

TESIS DE DOCTORADO

**EPIDEMIOLOGÍA DE DÍPTEROS QUE ACTÚAN
COMO VECTORES DE ZONOSIS EN GALICIA.
DISEÑO DE UNA RED DE VIGILANCIA DE
VECTORES.**

María Isabel Silva Torres

**ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE
SANTIAGO DE COMPOSTELA**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN MEDICINA Y SANIDAD
VETERINARIA**

LUGO

AÑO 2021





DECLARACIÓN DEL AUTOR DE LA TESIS

**Epidemiología de dípteros que actúan como vectores de
zoonosis en Galicia. Diseño de una red de vigilancia de
vectores.**

Dña. María Isabel Silva Torres

*Presento mi Tesis, siguiendo el procedimiento adecuado al Reglamento y
declaro que:*

- 1) La Tesis abarca los resultados de la elaboración de mi trabajo.*
- 2) De ser el caso, en la Tesis se hace referencia a las colaboraciones que
tuvo este trabajo.*
- 3) Confirmo que la Tesis no incurre en ningún tipo de plagio de otros
autores ni de trabajos presentados por mí para la obtención de otros
títulos.*
- 4) La Tesis es la versión definitiva presentada para su defensa y
coincide con la versión enviada en formato electrónico*

En Lugo, 09 de julio de 2021.

Fdo: María Isabel Silva Torres



D./Dna. **Rita Sánchez-Andrade Fernández**

En condición de: **Director/a**

Título da tese: **Epidemioloxía de dípteros que actúan como vectores de zoonosis en Galicia. Diseño de una red de vigilancia de vectores.**

INFORMA:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por Dna María Isabel Silva Torres, baixo a miña dirección, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director/titor desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

En Lugo, 09 de Xullo de 2021

Sinatura electrónica

D./Dna. **María Sol Arias Vázquez**

En condición de: **Director/a**

Título da tese: **Epidemioloxía de dípteros que actúan como vectores de zoonosis en Galicia. Diseño de una red de vigilancia de vectores.**

INFORMA:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por Dna María Isabel Silva Torres, baixo a miña dirección, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director/titor desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

En Lugo, 09 de Xullo de 2021

Sinatura electrónica

D./Dna. **Adolfo Paz Silva**

En condición de: **Titor/a**

Título da tese: **Epidemioloxía de dípteros que actúan como vectores de zoonosis en Galicia. Diseño de una red de vigilancia de vectores.**

INFORMA:

Que a presente tese, correspóndese co traballo realizado por Dna María Isabel Silva Torres, baixo a miña titorización, e autorizo a súa presentación, considerando que reúne os requisitos esixidos no Regulamento de Estudos de Doutoramento da USC, e que como director/titor desta non incorre nas causas de abstención establecidas na Lei 40/2015.

En **Lugo, 09 de Xullo de 2021**

Sinatura electrónica



Not everything that can be counted counts,
and not everything that counts can be counted.

Albert Einstein

No hay nada más poderoso que
una idea a la que le ha llegado su
momento

Víctor Hugo

Un viaje de mil kilómetros siempre
comienza con el primer paso

Lao- Tse



Financiación

La actividad investigadora ha sido realizada con cargo al Proyecto de Investigación “Investigacion orientada al diagnóstico, control y prevención de infecciones parasitarias, en especial zoonosis” (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad; IP: Dra. María Sol Arias Vázquez) y al Contrato “Vixilancia das carrachas vectores de enfermidade humana e animal” (Xunta de Galicia; IP: Dr. Adolfo Paz Silva).



Origen de las imágenes y gráficos de la presente Memoria

Las figuras, imágenes y esquemas que se presentan en esta Memoria son originales de la autora y del Grupo de Investigación COPAR (GI-2120).



Dedicatoria

A mis padres por inculcarme los valores de esfuerzo y superación y por introducirme desde muy pequeña en el mundo de la ciencia, pero sobre todo por darme la oportunidad de llegar hasta aquí. A mi hermano por sus palabras de aliento siempre acertadas para cada circunstancia. Gracias de corazón por vuestro apoyo incondicional, sois mi inspiración y el motor que impulsa cada proyecto que emprendo. También a mi familia lejana, que a pesar de la distancia, me ha mandado fuerzas y cariño.

Agradecimientos

Estas páginas son el culmen de un largo camino que me ha regalado grandes momentos tanto a nivel personal como profesional. Sin embargo, no me gustaría cerrar la puerta sin hacer antes una mención a las maravillosas personas que me han acompañado durante cinco años de mi vida, aportando su granito de arena y haciendo que fuera todo mucho más llevadero.

Quiero empezar agradeciendo a mis directoras de Tesis las Prof. Dras. M^a Sol Arias Vázquez y Rita Sánchez-Andrade, por vuestro espíritu alegre y por vuestros “*tips*” de estilo que siempre ayudan a ver la vida de otro color y forma. Al Prof. Dr. Adolfo Paz Silva, siempre tan dispuesto a ayudar y a poner humor a la jornada laboral. A todos vosotros, infinitas gracias por abrirme paso al mundo de la investigación, por enseñarme lo que es importante y por influir enormemente en mi desarrollo personal y profesional.

A los Catedráticos del Departamento Dra. Prof. Patrocinio Morondo Pelayo y Prof. Dr. Pablo Díez Baños por permitirme comenzar esta bonita travesía en el conocimiento de la parasitología que jamás olvidaré.

Al los Profs. Rosario Panadero, Ceferino López, Pablo Díaz, y Susana Remesar por la amabilidad y ayuda ofrecida durante este tiempo.

A todo mis compañeros de laboratorio, en particular a aquellos con los que he tenido la oportunidad de compartir más de cerca esta etapa. A mi compañera de muestreos María Vilá Pena, recorrer Galicia contigo ha sido una experiencia inolvidable y espero que podamos seguir sumando kilómetros. A Cándido Viña por su incondicional apoyo y por contagiarme con su gran sentido del humor. A Mathilde Voinot, por las bonitas y profundas charlas sobre la vida que animaban mi jornada laboral.

A mis amigos, bálsamo para el alma, siempre dispuestos a colaborar y escuchar. Parte del trabajo os pertenece, mil gracias por formar parte de mi vida. Una mención especial a Raquel, haberte conocido me dio fuerzas y sin ti no estaría escribiendo estas páginas.

Y en último lugar, pero no menos importante, a todos los que desinteresadamente me abrieron las puertas de sus locales y casas, sin muchas veces entender muy bien el entusiasmo por atrapar insectos. Gracias a todos vosotros por colaborar con este proyecto y por bautizarme cariñosamente como “mosquitóloga”. Finalmente, a Galicia, por mostrarme sus bellos paisajes, su cultura y su gente. Gracias por acogerme y por hacerme conectar con mis raíces.





Índice

1.	ANTECEDENTES	1
1.1.	RELEVANCIA ORDEN DÍPTERA	1
1.2.	MOSQUITOS	8
1.3.	CULICOIDES	15
1.4.	FLEBOTOMOS.....	22
1.5.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN	29
1.5.1.	Aplicación de la clasificación de Köppen en el estudio de vectores	31
1.5.2.	Distribución de dípteros en España en función de la clasificación de Köppen	32
1.6.	VECTORES PRESENTES EN GALICIA Y SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA. RED DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA GALLEGA	34
2.	OBJETIVOS	47
3.	METODOLOGÍA	51
3.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	51
3.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN	52
3.3.	SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	53
3.3.1.	Elección de los puntos de toma de muestras.....	54
3.4.	RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	54
3.4.1.	Distribución de dípteros.....	58
3.4.2.	Fenología de los vectores.....	58
3.4.2.1.	Descripción de los puntos fijos	60
3.5.	MÉTODOS PARA LA CAPTURA DE DÍPTEROS ADULTOS	66
3.5.1.	Trampa BG-Sentinel	66
3.5.2.	Trampa de luz CDC	67

3.5.3.	Cronología de capturas de dípteros adultos	68
3.6.	MÉTODOS PARA LA CAPTURA DE FORMAS INMADURAS	71
3.6.1.	Dipping	71
3.6.2.	Ovitrapas (OV) o trampas de ovoposición	72
3.6.3.	Cronología de capturas de formas inmaduras (culícidos).....	73
3.7.	RECOLECCIÓN, PROCESADO E IDENTIFICACIÓN DE LOS INSECTOS	76
3.7.1.	Adultos.....	76
3.7.2.	Formas inmaduras.....	99
3.8.	MANEJO DE LA BIBLIOGRAFÍA	101
3.9.	DEDICACIÓN A LA TOMA DE MUESTRAS E IDENTIFICACIÓN DE DÍPTEROS.....	102
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	105
4.1.	ANÁLISIS FAUNÍSTICO	105
4.2.	FAMILIA CULICIDAE	106
4.2.1.	Adultos.....	107
4.2.2.	Larvas	108
4.2.3.	Distribución de las especies.....	110
4.2.4.	Abundancia de adultos por hábitat.....	113
4.2.5.	Abundancia de larvas por hábitat	124
4.2.6.	Fenología de los culícidos	127
4.3.	FAMILIA CERATOPOGONIDAE.....	135
4.3.1.	Composición.....	136
4.3.2.	Distribución de las especies.....	137
4.3.3.	Abundancia de las especies por hábitat	139
4.3.4.	Fenología de <i>C. obsoletus s.l.</i> en la zona climática Csa	145
4.4.	FAMILIA PSYCHODIDAE.....	148
4.4.1.	Composición.....	149
4.4.2.	Distribución de las especies.....	150
4.4.3.	Abundancia de las especies por hábitat	151
4.4.4.	Fenología de los flebotomos en clima Csa	157
4.4.4.1.	Perreras.....	158

4.5.	COMPETENCIA VECTORIAL DE LOS DíPTEROS DETECTADOS EN GALICIA.....	163
4.6.	APORTACIONES A UNA RED DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA.....	170
5.	CONCLUSIONES	175
6.	RESUMEN	179
7.	BIBLIOGRAFÍA	189





AbreviaturaS

BATV: Virus de Batai

CCG: Cambio climático global

Cfb: Clima oceánico templado

Csa: Clima mediterráneo

Csb: Clima mediterráneo con veranos frescos

EDO: Enfermedad de Declaración Obligatoria

EHE: Enfermedad Hemorrágica Epizoótica

ETV: Enfermedades transmitidas por vectores

FVR: Fiebre del Valle del Rift

FVRV: Virus de la Fiebre del Valle del Rift

LA: Lengua Azul

LC: Leishmaniosis cutánea

LV: Leishmaniosis visceral

MARM: Medio Rural y Marino de España

OV: Ovitrapa

PEA: Peste Equina Africana

ReGaViVec: Rede Galega de Vixilancia de Vectores

SBV: Virus de Schmallenberg

SINV: Virus de Sindbis

TAHV: Virus de Tahyna

USUV: Virus de Usutu

VLA: Virus de la Lengua Azul

WNV: Virus de West Nile





1.- ANTECEDENTES



1. ANTECEDENTES

1.1. RELEVANCIA ORDEN DÍPTERA

El orden Díptera incluye aproximadamente 150.000 especies con gran capacidad de adaptación a cualquier ecosistema, lo que les ha permitido estar presentes en todo el mundo, incluso en la Antártida (Merritt *et al.*, 2009).

Tienen unas características morfológicas específicas que los diferencian de otros insectos (Fig. 1). Los

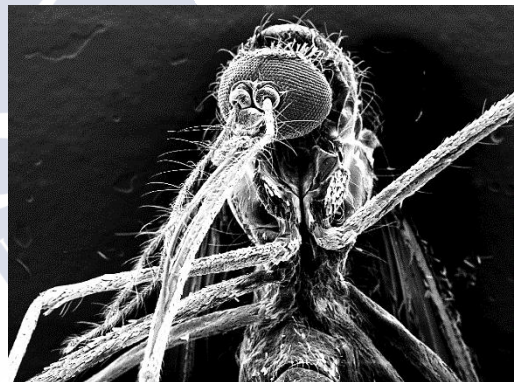


Fig. 1. Imagen de un mosquito obtenido por microscopía electrónica.

Los dípteros adultos presentan un único par de alas verdadero, y el segundo par transformado en un órgano de estabilización denominado *halterio* o *balancín*. La ausencia de patas articuladas (ápodos) diferencia las larvas de los dípteros de las de otros insectos (Barrientos, 2004).

Este orden está dividido en dos grandes subórdenes, Brachycera, que engloba moscas y tábanos, y Nematocera, que incluye a las familias, *Culicidae* (mosquitos), *Psychodidae* (flebotomos), *Ceratopogonidae* (*Culicoides* o jejenos) y *Simulidae* (simúlidos) (Fig. 2). Las hembras de muchas especies de estas familias son vectores biológicos y mecánicos de diversos patógenos.

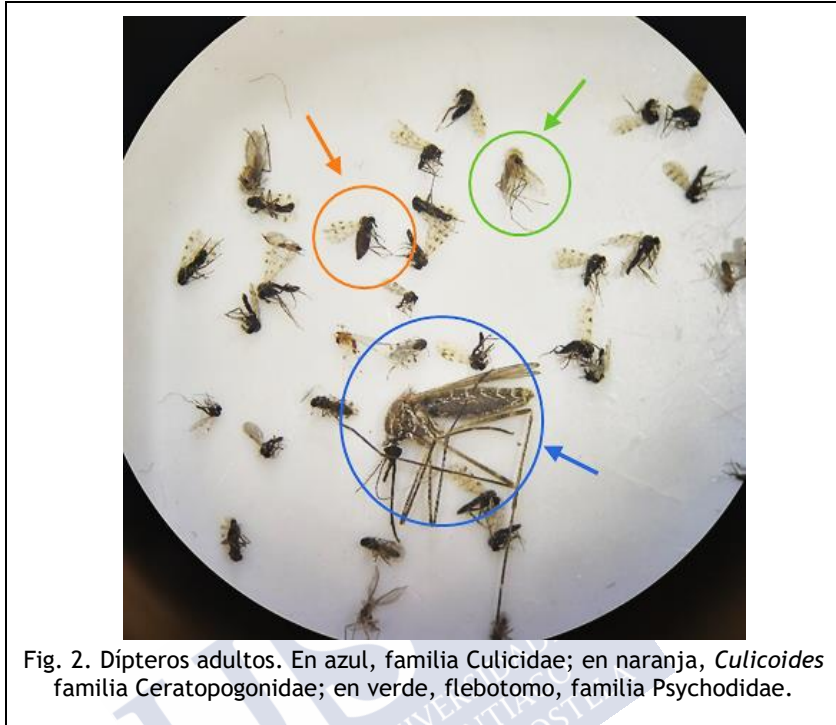


Fig. 2. Dípteros adultos. En azul, familia Culicidae; en naranja, *Culicoides* familia Ceratopogonidae; en verde, flebotomo, familia Psychodidae.

Un **vector biológico** es un ser vivo capaz de transmitir enfermedades infecciosas entre animales, entre personas, y entre animales y personas (zoonosis). Gran parte son artrópodos hematófagos (generalmente las hembras) que, al alimentarse de un hospedador infectado, ingieren el patógeno que posteriormente inocularán a otro hospedador en la siguiente ingesta de sangre (OMS, 2020b).

Los **vectores mecánicos** (por ejemplo, moscas) transportan al agente infeccioso en sus piezas bucales o en el cuerpo, contaminando comida, bebida o la superficie de los hospedadores (Barker y Reisen, 2019).

Las **enfermedades transmitidas por vectores (ETV)** están provocadas por variedad de patógenos de gran importancia en Salud Pública y Sanidad Animal. La OMS (2020b) calcula que, el 17% de

las muertes anuales por causas infecciosas, están transmitidas por vectores, sobre todo en zonas tropicales y subtropicales.

Las interacciones entre diferentes hospedadores vertebrados, vectores y agentes patógenos, generan dinámicas complejas que pueden dar lugar a diferentes escenarios: zonas con enfermedades endémicas, zonas con enfermedades emergentes y reemergentes.

El concepto de **Enfermedades Infecciosas Emergentes** fue acuñado en 1992 por el Instituto de Medicina de EEUU, para referirse a las enfermedades descubiertas en los últimos años (Ébola, SIDA, enfermedad de Creutzfeldt-Jacobs o SARS) y a las ya conocidas, consideradas controladas, cuya incidencia se ha incrementado en las dos últimas décadas o amenazan con hacerlo en el futuro. Jones *et al.* (2008) señalaron que el 60% de las enfermedades infecciosas emergentes son zoonosis, de las cuales el 28,8% se transmiten por vectores.

En medicina veterinaria, este tipo de enfermedades no solo afectan a la salud y el bienestar de los animales, sino que generan grandes pérdidas económicas. La *Lengua Azul (LA)* es una enfermedad vírica transmitida por *Culicoides*, que cuando se detecta en una zona, genera una alarma que pone en marcha distintos mecanismos de contención para restringir el movimiento de animales y de sus productos derivados, lo que ocasiona importantes pérdidas directas a las que hay que añadir el coste de la atención veterinaria, los gastos farmacéuticos y de vacunación (Velthuis *et al.*, 2010).

Las causas de la aparición y expansión de las ETV son multifactoriales y relacionadas con todo lo que afecte al equilibrio del ecosistema y a la interacción entre patógenos, vectores y hospedadores (Fig. 3). La mayoría de estos factores son el resultado de cambios antropogénicos relacionados sobre todo con la globalización, el comercio de mercancías y animales, y el comportamiento de las personas (Geier *et al.*, 2006).

Fig. 3. Factores que aumentan el riesgo de las ETV (Geier *et al.*, 2006).



La Fig. 4 muestra el tráfico aéreo en un solo día (Kilpatrick y Randolph, 2012); el aumento de los viajes internacionales, especialmente a destinos tropicales, facilita la exposición de individuos a patógenos por primera vez (Tatem *et al.*, 2006).



Fig. 4. Tráfico aéreo en un solo día. Fuente: Kilpatrick y Randolph, 2012.

La globalización también ha potenciado la expansión de los vectores. *Aedes albopictus*, conocido como *mosquito tigre*, es un mosquito de origen asiático vector de 22 virus, que en las últimas décadas se ha expandido por todo el mundo aprovechando las ventajas del transporte marítimo asociado al comercio de neumáticos y productos de jardinería, como el “bambú de la suerte” (Gratz, 2004).

Keller *et al.* (2011) calcularon las especies animales importadas a Europa en los últimos años y señalaron que el 86% se corresponde con insectos, entre ellos mosquitos, ya que, además de *Ae. albopictus* se han detectado otras especies exóticas como, *Ae. aegypti*, *Ae. japonicus*, *Ae. atropalpus*, *Ae. koreicus* y *Ae. triseriatus*, las cuales suponen un peligro para la Salud Pública como agentes transmisores de enfermedades (ECDC, 2012).

La globalización no solo potencia la dispersión de vectores, sino que pone en contacto vectores competentes con patógenos de regiones alejadas que, de otra manera, no coincidirían debido al poco tiempo que permanecen en la sangre (Kilpatrick y Randolph, 2012). Es el

caso de la aparición de casos autóctonos de dengue en el sur de España, en donde *Ae. albopictus* se encuentra instalado.

La emergencia o reemergencia de las enfermedades transmitidas por vectores están condicionadas también por el cambio climático global (CCG). Las alteraciones del clima, originadas por causas naturales y por la acción del hombre, en especial los cambios de temperatura, de las precipitaciones y de la humedad, tienen un efecto directo en la abundancia, longevidad y distribución de los vectores. Estas variables climáticas también afectan a los patógenos (periodo de incubación, replicación, etc.) y a los hospedadores que se desplazan buscando un hábitat propicio (es el caso de las personas del medio rural al urbano), fenómeno que se produce sobre todo en países del Hemisferio Sur, en zonas con una alta biodiversidad animal y a menudo con déficits en las condiciones sanitarias (Reiter, 2001).

Los cambios en la humedad, consecuencia de la construcción de canales, presas o sistemas de regadío, pueden alterar el ecosistema natural, permitiendo la introducción de vectores. En general, el aumento de las precipitaciones, unido al incremento de la temperatura, favorece la aparición de criaderos de mosquitos y acorta el tiempo necesario para el desarrollo de las fases inmaduras (Githeko *et al.*, 2000).

En Europa se viene observando un aumento de la temperatura en las últimas décadas a consecuencia del cambio climático. La temperatura media en el año 2020 fue 0,6°C más alta que la registrada entre los años 1981-2010, y 1,25°C superior a la que hubo en 1850-1900 (Copernicus, 2021). El intervalo de temperatura para la transmisión de patógenos está comprendido entre los 14-18°C de temperatura mínima y los 35-40°C de máxima, resultando óptimos los 30-32°C, ya que por encima de los 34°C, la supervivencia del vector y del patógeno se ve comprometida (Githeko *et al.*, 2000).

La utilización de modelos predictivos que combinan variables climáticas con otros factores como la vegetación o usos del suelo, son herramientas muy útiles para pronosticar la expansión de los vectores (Ducheyne *et al.*, 2013) o analizar la posible aparición de brotes de enfermedades (Sánchez-Matamoros *et al.*, 2016). Una de las clasificaciones climáticas más empleadas es la de Köppen, que a pesar

de sus más de 100 años de antigüedad, se sigue utilizando en estudios epidemiológicos (Brugger y Rubel, 2013). También resulta útil a la hora de extrapolar y comparar los hallazgos en una determinada zona con los de otras regiones. Mediante el uso de las cinco primeras letras del abecedario y asignándoles a cada una varios criterios, clasifica los diferentes climas a nivel mundial (Fig. 5) (Peel *et al.*, 2007).

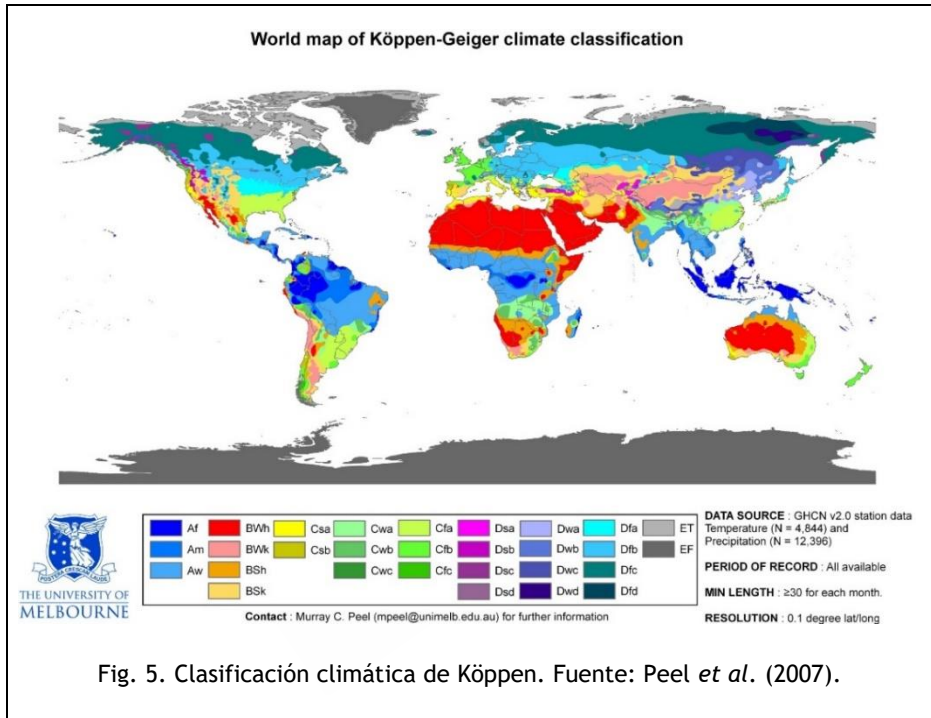


Fig. 5. Clasificación climática de Köppen. Fuente: Peel *et al.* (2007).

1.2. MOSQUITOS

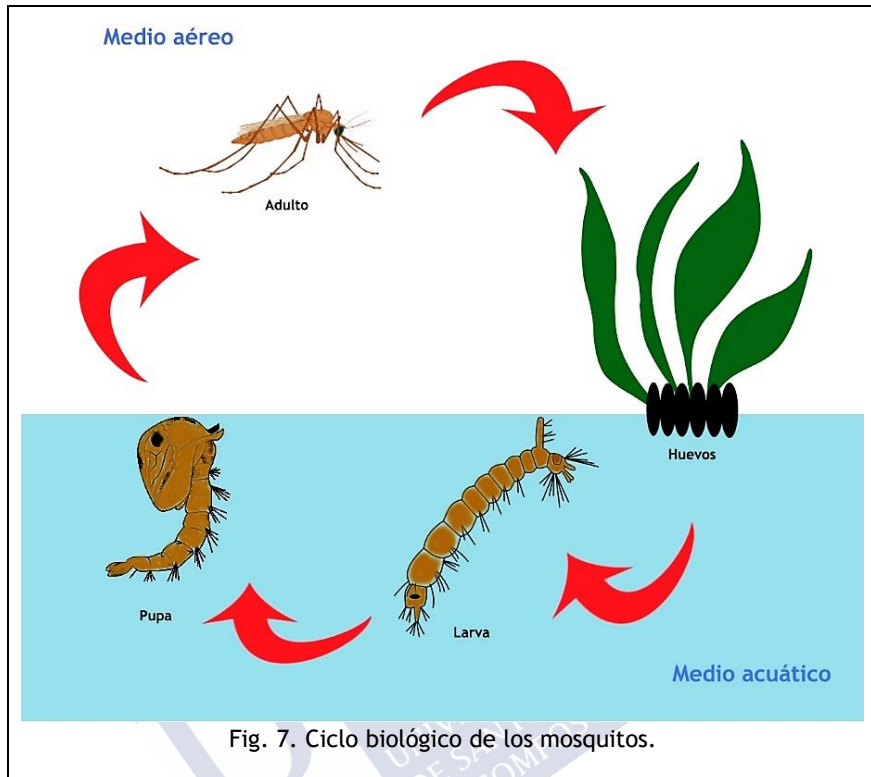
La familia Culicidae (Fig. 6) engloba 3.584 especies con gran adaptabilidad y plasticidad ecológica que les permite estar presentes en todas las regiones del planeta, con la única excepción de la Antártida (Harbach, 2008). Se han encontrado en minas a 1.250 metros por debajo del nivel del mar y en zonas a 5.500 m sobre el nivel del mar (msnm) (Braverman, 1994). Dentro de esta familia, en Europa, tienen especial importancia por su interés sanitario los géneros *Anopheles*, *Culex* y *Aedes* (Calzolari, 2016).

En el transcurso de su ciclo vital realizan una *metamorfosis holometabólica o completa* que pasa por las fases de huevo, larva, pupa y adulto (Fig. 7).

Las hembras depositan entre 50-200 huevos en medio acuático, algunas prefieren hacerlo directamente en el agua, mientras que otras, como las del género *Aedes*, eligen zonas con fluctuación en el nivel del agua, elección que depende de la capacidad de los huevos para resistir la desecación. De forma general, los mosquitos suelen aprovechar tanto aguas estancadas limpias como aquellas con abundante materia orgánica, lo que se traduce en una gran diversidad de criaderos que se pueden clasificar en **naturales** (estanques, lagunas, márgenes de ríos, etc.) o **artificiales** (macetas, cunetas, agua acumulada en neumáticos, etc.) (Becker *et al.*, 2010).



Fig. 6. Ejemplar del género *Culiseta*.



Transcurrido un periodo de tiempo (2-4 días), las **larvas** eclosionan y pasan por cuatro estadios. Su desarrollo está relacionado positivamente con la temperatura; por el contrario, la poca disponibilidad de alimento, la elevada densidad de larvas o la salinidad del agua afectan negativamente a su crecimiento (Bueno-Marí, 2010). El tiempo necesario para el desarrollo larvario es muy variable y también depende de la tolerancia de cada especie. Por ejemplo, las larvas del mosquito común o *Culex pipiens* crecen en un amplio rango de temperaturas (7,2 a 30°C); sin embargo, *Ae. vexans* necesita un mínimo de 9°C para que el ciclo comience, aunque su rango ideal se encuentra entre 15°-30°C (Becker *et al.*, 2010). Si las condiciones de temperatura no son favorables para su supervivencia, puede ocurrir una fase de *diapausa* o *quiescencia* larvaria (Schaffner *et al.*, 2001).

El estadio de **pupa** dura entre 2-5 días cuando la temperatura alcanza entre 25-30°C (ECDC, 2014), y por lo general, los machos pupan antes que las hembras (Foster y Walker, 2018). Es la única fase del ciclo en la que los individuos no se alimentan.

Transcurrida la pupación, los **adultos** emergen, y esperan unos minutos en la superficie del agua hasta que su cuerpo se seca y endurece, para poder volar.

Los adultos de algunas especies como *Cx. pipiens*, son **endofílicos**, ya que encuentran su hábitat idóneo dentro de las construcciones (Fig. 8), mientras

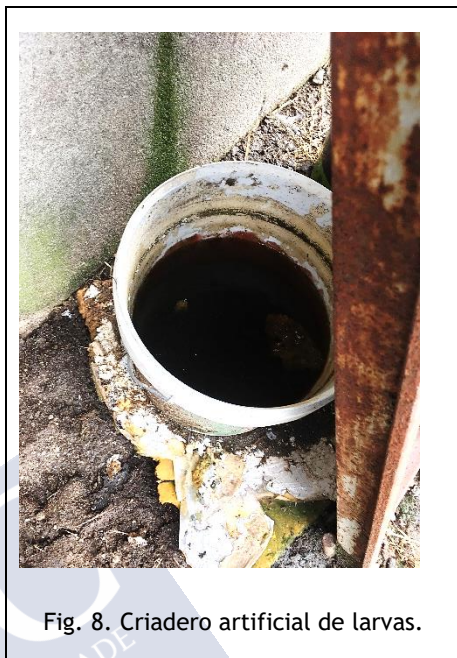


Fig. 8. Criadero artificial de larvas.

que otros, como *Aedes*, se consideran **exofílicos** por preferir espacios abiertos (ECDC, 2014). Por lo general, tienen actividad crepuscular, cuando la temperatura aún no ha descendido y la humedad relativa es mayor (Becker *et al.*, 2010). Algunas especies como *Ae. albopictus* tienen también hábitos diurnos (Curcó *et al.*, 2008). Cuando cesan la actividad buscan áreas de reposo en cuevas, hendiduras en árboles, establos, densa vegetación, etc. (Bueno-Marí, 2010).

En los trópicos, los mosquitos completan el ciclo vital durante todo el año, ya que las temperaturas no suelen bajar de los 10°C, en cambio, en las zonas templadas, la primavera marca el inicio de una actividad que termina con las primeras heladas de otoño. Las temperaturas invernales afectan negativamente su supervivencia, y utilizan la hibernación como mecanismo para superar este periodo. La fase hibernante depende del género y de la especie, ya que en algunos casos son los huevos y larvas los que entran en diapausa, y en otros, las hembras (Tabla 1) (Bueno-Marí y Jiménez-Peydró, 2011).

Tabla 1. Hibernación en los mosquitos.

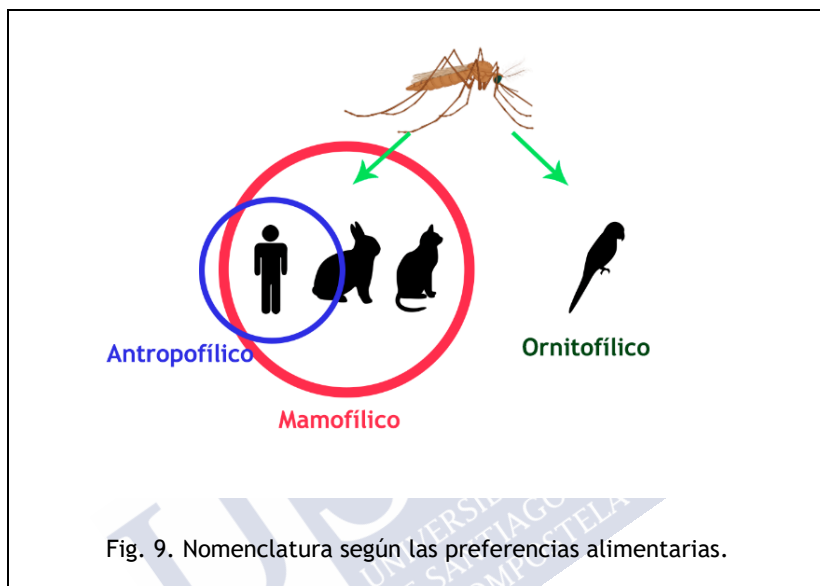
Género	Fase hibernante
<i>Culex</i>	Hembras
<i>Culiseta</i>	La mayoría de las especies en forma de larva, aunque en algunos casos son las hembras
<i>Anopheles</i>	Algunas especies hembras y otras larva
<i>Coquillettidia</i>	Larvas
<i>Aedes</i>	Huevos/larvas

La actividad en el área Mediterránea transcurre de mayo a octubre, y en las zonas de Europa con clima templado de mayo a septiembre (ECDC, 2014), aunque este periodo puede modificarse en función de la especie y de las variaciones anuales del clima (Schaffner *et al.*, 2001).

Los adultos de ambos sexos se alimentan de azúcares y néctares, aunque las hembras necesitan ingerir sangre para la maduración de los huevos (Becker *et al.*, 2010), por lo que buscan la proximidad de los hospedadores, factor que resulta determinante para detectar su presencia (Petric *et al.*, 2014). Las diferentes especies tienen diversas preferencias a la hora de elegir el hospedador, clasificándose como **antropofílicas** las que prefieren alimentarse de sangre humana, **mamofílicas** las que optan por mamíferos, y **ornitofílicas** las que eligen aves (Fig. 9). El grado de especificidad del vector para elegir al hospedador en el que se alimenta condiciona en gran medida la exposición a determinados patógenos (Barker y Reisen, 2019), mientras que la flexibilidad de algunos mosquitos para alimentarse de distintas especies los convierte en *vectores puente* entre diferentes hospedadores (Medlock *et al.*, 2005).

El número de generaciones en el año, además de depender de las condiciones favorables medioambientales descritas, también está relacionada con la densidad de hospedadores disponibles para la

alimentación de las hembras. Algunas especies son **univoltinas** (tienen una generación al año), sin embargo, hay otras que tienen dos o varias (**bivoltinas** o **multivoltinas**, respectivamente) (Foster y Walker, 2018).



La importancia de los mosquitos se debe a que son vectores de hasta 100 patógenos (bacterias, virus y parásitos) de gran relevancia para la Salud Pública y Veterinaria (Foster y Walker, 2018) (Tabla 2). Se denominan **arbovirus** a los virus transmitidos por vectores (CDC, 2014). Entre las enfermedades víricas que afectan a los humanos, las más relevantes a nivel mundial son la *fiebre amarilla* y el *dengue*. Se estima que anualmente se diagnostican 200.000 casos de la primera (CDC, 2018) y 390 millones de infecciones de la segunda (OMS, 2020a). Los virus de *chikungunya* y *zika* están distribuidos en África, América, Asia y el Pacífico. En Europa se detectaron los primeros casos de *chikungunya* con transmisión local en Italia, asociados a *Ae. albopictus* (Rezza *et al.*, 2007) y de *zika* en 2019, en la región francesa de la Provenza (Brady y Hay, 2019). A pesar de estos sucesos puntuales, la mayoría de los casos asociados a los virus descritos suelen ser importados.

Mientras que estos virus circulan sobre todo en zonas tropicales y subtropicales, otros como el *virus de la fiebre del Nilo occidental* o *West Nile (WNV)* se distribuyen por América, Europa, Asia, Oriente Medio y África (OMS, 2017). Los principales reservorios son aves migratorias, como el mirlo (*Turdus merula*) o la lavandera blanca (*Motacilla alba*), en las que puede persistir sin provocarles ningún daño, aunque es patogénico tanto para humanos como équidos. El 20% de las personas infectadas desarrollan síntomas nerviosos y en el 1% de los casos el virus provoca encefalitis. En los caballos infectados, el 10% presenta sintomatología nerviosa y la tasa de mortalidad puede alcanzar el 33% (Sotelo *et al.*, 2012).

También hay evidencia de la circulación de otros virus en Europa como el de *Sindbis (SINV)*, *Usutu (USUV)*, y *Batai (BATV)*, que afectan a humanos y a animales, o el virus de *Tahyna (TAHV)*, que utiliza animales como reservorios y solo afecta a humanos (Becker *et al.*, 2010; Benelli y Mehlhorn, 2018).

En la actualidad el *virus de la fiebre del Valle del Rift (FVRV)* no está presente en el continente, pero supone una amenaza ya que modelos predictivos señalan su posible introducción en el Mediterráneo (Sánchez-Vizcaíno *et al.*, 2013). Se trata de una zoonosis que afecta sobre todo a rumiantes domésticos, en los que provoca una alta tasa de mortalidad neonatal. En humanos, la infección puede ser asintomática o provocar fiebre, pero en el 1% de los casos desencadena encefalitis, fiebre hemorrágica y muerte (Birnberg *et al.*, 2019).

Los mosquitos también son vectores de parásitos. Algunas especies del género *Anopheles* (Fig. 10) están asociadas con la transmisión de protozoos de las especies *Plasmodium falciparum* y *Plasmodium vivax*, causantes del *paludismo* o *malaria* humana, la ETV que causa la mayor mortalidad en el mundo (Phillips *et al.*, 2017). Solo en 2019 se registraron 409.000 muertes, sobre todo en el continente africano (OMS, 2020c).

Desde la erradicación de la malaria en Europa en 1978, la mayoría de los casos diagnosticados son importados, aunque el número de autóctonos ha ido en aumento, lo que ha generado preocupación por la posible reemergencia de la enfermedad en el continente. Sin embargo, si bien es cierto que puede darse una transmisión local, esporádica y limitada, el riesgo de que se instaure la enfermedad todavía es muy bajo (Piperaki y Daikos, 2016). En España, el complejo



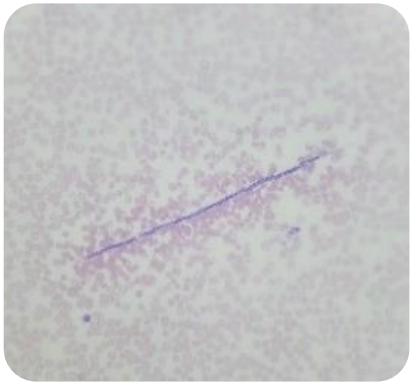

Fig. 10 Ejemplar del género *Anopheles*.

Maculipennis está ampliamente distribuido, y *An. atroparvus* se considera el principal vector de *Plasmodium* spp. No obstante, la situación actual del país se define como de “anofelismo sin paludismo” (Melero-Alcíbar y Delacour-Estrella, 2021).

En cuanto al paludismo aviar, está descrito que afecta a gran variedad de especies en todo el mundo, y solo representa un problema de ámbito veterinario (Valkiūnas y Iezhova, 2018).

Los géneros *Culex*, *Aedes* y *Anopheles* también tienen capacidad para transmitir nematodos del género *Dirofilaria* spp. (Fig. 11). La dirofilariosis es endémica en los países del Mediterráneo (Tahir *et al.*, 2019) con gran importancia médica y veterinaria (Masny *et al.*, 2013). En los cánidos domésticos y salvajes *D. immitis* causa dirofilariosis cardiopulmonar mientras que en las personas solo afecta a los pulmones, y *D. repens* en cánidos y humanos da lugar a dirofilariosis subcutánea (McCall *et al.*, 2008).

Se ha demostrado que los culícidos son vectores mecánicos de la bacteria *Francisella tularensis*. Además de actuar como vectores, también generan molestia a sus hospedadores, y sus picaduras pueden provocar alergias (Fig. 12) (Foster y Walker, 2018).

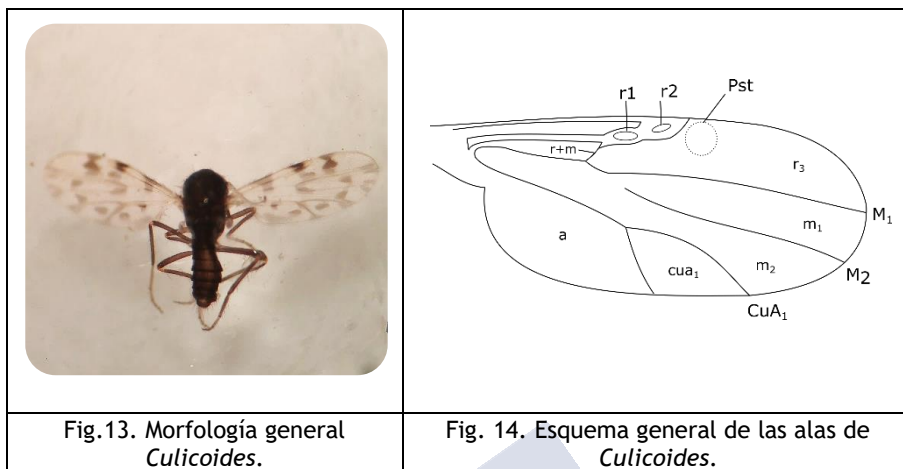
	
<p>Fig. 11. Microfilaria en sangre periférica de perro.</p>	<p>Fig. 12. Reacción alérgica a la picadura de mosquito.</p>

1.3. CULICOIDES

De la familia Ceratopogonidae, el género *Culicoides* es el único de interés sanitario, agrupando 1.300 especies conocidas popularmente como jejenes, distribuidas por todo el planeta con excepción de Nueva Zelanda, la Antártida, Hawái y la Patagonia (Borkent y Wirth, 1997). En Europa están descritas 117 especies, de las cuales 82 están identificadas en España (Alarcón-Elbal y Lucientes, 2012; Sánchez-Murillo *et al.*, 2015).

Los adultos miden alrededor de 1,5 a 3 mm (Fig. 13). Las alas suelen presentar manchas, que en combinación con la venación alar, son útiles para la identificación taxonómica (Fig. 14).

Las distintas especies realizan la ovoposición en diferentes tipos de sustratos; en la mayoría de los casos eligen zonas próximas a los hospedadores ricos en humedad y materia orgánica, como márgenes de ríos y lagos, barro de estanques, sistemas de alcantarillado, acúmulo de hojas, oquedades en los árboles, estiércol, etc. (Uslu y Dik, 2010).



Las **larvas** pasan por cuatro estadios que se desarrollan en el mismo sustrato en el que fueron depositados los huevos (Zimmer *et al.*, 2014). Cuando alcanzan su último estadio, comienzan a acumular reservas grasas en el abdomen para transformarse en **pupa**, fase que suele durar horas, y tras la pupación, emergen los **adultos**, que esperan un tiempo hasta que la cutícula se esclerotiza para iniciar el vuelo. Los machos suelen eclosionar antes que las hembras (González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011). La duración del ciclo varía entre especies y depende de las condiciones climáticas; a temperaturas entre 28-35°C todo el proceso puede completarse en 15 días (Durán-Martínez, 2012).

La mayoría de las especies son **multivoltinas**, aunque excepcionalmente algunas son **univoltinas** (Mullen y Murphree, 2019).

Los *Culicoides* se encuentran normalmente cerca de granjas, próximos a los hospedadores de los que se alimentan (Fig. 15). Tienen hábitos crepusculares y/o nocturnos, aunque algunas especies, como *C. impunctatus*, pueden picar durante el día (Carpenter *et al.*, 2013).

Mullen y Murphree (2019) describieron que a causa de su pequeño tamaño, no son capaces de volar cuando la velocidad del viento supera 9 km/h, lo que interfiere en su capacidad para localizar a los hospedadores. Sin embargo, las ráfagas de viento ascendente son capaces de transportarlos vivos hasta 700 km de distancia (Hendrickx *et al.*, 2008). Factores climáticos como temperatura, intensidad de luz, precipitaciones, ciclos lunares, humedad relativa o cambios en la presión atmosférica, influyen de diferente forma en las distintas especies (González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011).



Fig. 15. En las explotaciones ganaderas concurren condiciones adecuadas para la presencia de dípteros.

En Europa, los *Culicoides* con mayor implicación sanitaria son *C. imicola* y *C. obsoletus* s.l. (Fig. 16), ambos con requerimientos diferentes. El primero está presente en zonas en las que la T^a media anual oscila entre 12 y 20°C y las precipitaciones varían entre 300 y 700 mm. Por su parte, *C. obsoletus* s.l. tiene mayor resistencia al frío, su actividad empieza a los 10°C, y está presente en zonas con precipitaciones anuales superiores a los 700 mm (EFSA, 2017).



Fig. 16. Ejemplar de *C. obsoletus* s.l.

En cuanto a la fenología, de manera general, se ha observado que en España, el periodo de mayor actividad para *C. obsoletus* s.l. transcurre en abril-junio, y para *C. imicola* de septiembre a octubre (MAPA, 2019). Sin embargo, estos periodos cambian en función de la zona geográfica; en el sur y la costa del Mediterráneo, Barceló (2019), realizó las primeras capturas de *C. obsoletus* s.l. de enero a abril y

destacó que en España, el periodo de vuelo de todas las especies de *Culicoides* se prolongaba hasta septiembre/octubre.

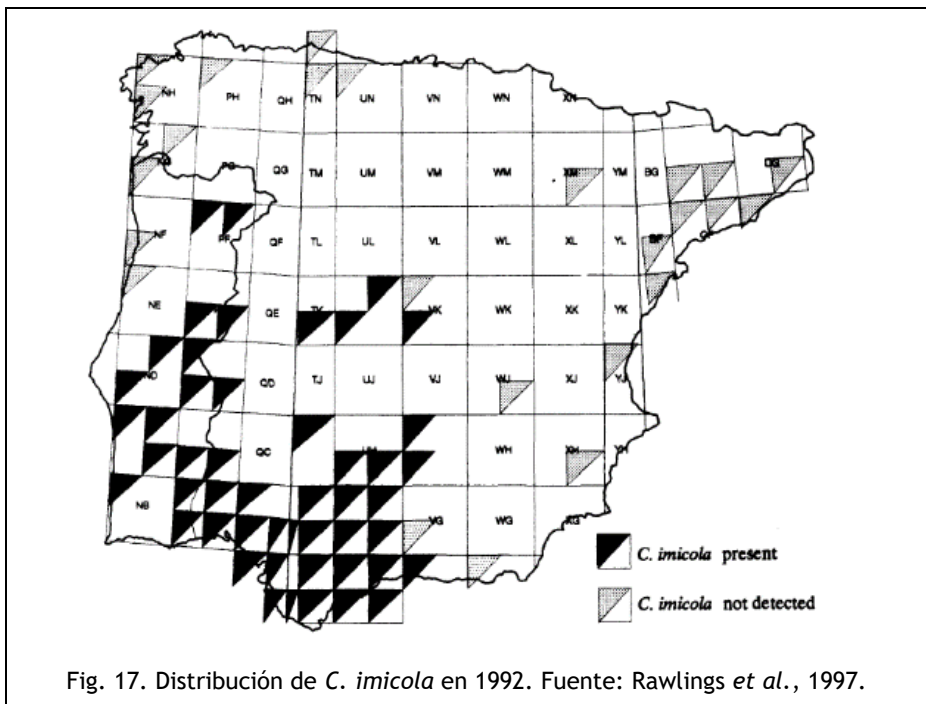
Al igual que los mosquitos, las diferentes especies de *Culicoides* también pueden ser **mamofílicas** u **ornitofílicas** (Martínez-De La Puente *et al.*, 2015), y se han relacionado con la transmisión de virus y parásitos que afectan a humanos de Latinoamérica y África (Carpenter *et al.*, 2013) como el virus de Oropuche, o filarias del género *Mansonella*.

En Europa, tienen gran importancia en Sanidad Animal, ya que son vectores del *virus de la Lengua Azul (VLA)*, que afecta sobre todo a rumiantes domésticos y salvajes. La sintomatología es variable, el ganado ovino es el que presenta cuadros más graves, siendo frecuente la congestión hemorrágica de mucosas bucales y nasales, que provoca cianosis lingual, fiebre y edema facial y en las extremidades (Schwartz-Cornil *et al.*, 2016). Esta enfermedad, además de comprometer la salud de los animales, genera grandes pérdidas económicas relacionadas con la disminución de la producción y la mortalidad (Rushton y Lyons, 2015), a las que hay que añadir el gasto asociado al control de la enfermedad. Velthuis *et al.* (2010) calcularon que, en los Países Bajos, el coste asociado a esta enfermedad en los años 2006 y 2007 ascendió a 32 y 163,8 millones de euros, respectivamente.

Los principales vectores de LA en Europa son *C. imicola* y algunas especies de los complejos *Obsoletus* y *Pulicaris* (Lucientes *et al.*, 2008). La distribución de la primera especie está sobre todo limitada al sur de Europa y la cuenca Mediterránea. Sin embargo, la aparición de LA en el centro y norte del continente, donde *C. imicola* no está presente, ha puesto en evidencia el importante papel del complejo *Obsoletus* en la transmisión del virus (Calvete *et al.*, 2008). En un estudio llevado a cabo en explotaciones ganaderas del centro de Europa, se comprobó que hasta un 97% de los *Culicoides* capturados correspondían a *C. obsoletus* s.l. (Mehlhorn *et al.*, 2007), lo que indica que en ausencia de *C. imicola*, el VLA es capaz de utilizar otras especies como vectores. El complejo *Pulicaris* también se encuentra ampliamente extendido por Europa (Cuéllar *et al.*, 2018) y por España (Lucientes *et al.*, 2008) y se sospecha su papel en la transmisión de la

LA ya que se ha aislado el virus en alguna de sus especies (Caracappa *et al.*, 2003; Goffredo *et al.*, 2015).

En España, la distribución de los *Culicoides* en explotaciones ganaderas sigue un patrón similar al descrito para el resto de Europa (Fig. 17). Pérez *et al.* (2012) comprobaron en Andalucía que las especies más abundantes en orden descendente eran *C. imicola*, *C. obsoletus* s.l., *C. pulicaris* s.l. y *C. nubeculosus*, y en las del centro de España la especie más abundante era *C. imicola* (Alarcón-Elbal, 2015).



En el norte, las condiciones climáticas favorecen la presencia del complejo *Obsoletus*. González *et al.* (2013) señalaron que el 58,6% de los *Culicoides* capturados en el País Vasco pertenecían a este complejo.

En relación con los archipiélagos, en las islas Canarias todos los *Culicoides* se correspondieron con esta especie (Martínez-De La

Puente *et al.*, 2012), mientras que en Mallorca había un porcentaje muy similar de *C. imicola* y *C. obsoletus* s.l. (Miranda *et al.*, 2004).

Aunque de momento parece que existe una clara delimitación en la distribución de las especies, de manera puntual ya se han encontrado ejemplares de *C. imicola* en zonas del norte (Lucientes *et al.*, 2008), y los modelos de predicción señalan la futura colonización de zonas septentrionales (Brugger y Rubel, 2013; Lucientes, 2014).

Otra enfermedad transmitida por *Culicoides* es la *Peste Equina Africana* (PEA), endémica en el continente africano. Los équidos silvestres son los reservorios y no presentan síntomas (Mellor y Hamblin, 2004), pero la tasa de mortalidad en équidos domésticos es superior al 90%. Tras la infección se inicia la multiplicación del virus, que se disemina vía sanguínea, provocando edema en tejidos y hemorragias en serosas y vísceras de órganos diana (pulmones, corazón y bazo). No se conocen bien los factores que determinan el curso y severidad de la infección de los cuadros respiratorios y circulatorios.

El principal vector de este virus es *C. imicola* (Mellor, 1994); sin embargo, los casos detectados entre 1987 y 1999 en équidos de España y Portugal, señalan que también pueden participar en la transmisión otras especies paleárticas del complejo *Obsoletus* y *Pulicaris* (Mellor y Hamblin, 2004). La proximidad geográfica de España con África pone en alerta al país por el riesgo de una posible reintroducción y reemergencia de la enfermedad.

La transmisión del *virus de la Enfermedad Hemorrágica Epizootica* (EHE) también está ligada a la picadura de estos insectos a rumiantes silvestres, en especial el ciervo norteamericano de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), provocando lesiones vasculares análogas a las causadas por el VLA, con el que guarda estrecho parentesco. Aunque la infección natural o experimental de ganado vacuno por este virus suele ser latente o asintomática, en los últimos años se han descrito brotes de EHE en bovinos de la cuenca Mediterránea y en Marruecos (Savini *et al.*, 2011). Varias especies se consideran vectores sospechosos o comprobados de la EHE, las más importantes son *C. imicola*, y los complejos *Obsoletus* y *Pulicaris*

(Savini *et al.*, 2011), por lo que existe riesgo de introducción en España.

El *virus de Schmallerberg (SBV)* se detectó por primera vez en Alemania en el verano del 2011, como responsable de un cuadro de alteraciones reproductivas en rumiantes (Hoffmann *et al.*, 2012). Los hallazgos clínicos se caracterizan por la aparición de fetos con malformaciones congénitas, como artrogriposis, tortícolis o hipoplasia del encéfalo, pasando prácticamente inadvertido en los adultos (Davies *et al.*, 2012). En España, el primer caso se registró en Andalucía en 2012 (Pagès *et al.*, 2018). En Suiza y Dinamarca se han notificado casos de fetos con malformaciones congénitas características y la aparición de un cuadro leve en vacas adultas, lo que sugiere que el virus tiene capacidad de hibernación (Collins *et al.*, 2019). Las especies de *Culicoides* que participan en la propagación de la enfermedad son sobre todo *C. obsoletus s.l.* y *C. punctatus* (Larska *et al.*, 2013).

Los *Culicoides* también son vectores de los protozoos *Leucocytozoon*, *Hepaticystis* y *Haemoproteus* (Mullen y Murphree, 2019). Entre las especies competentes para la transmisión de estos parásitos se encuentran *C. obsoletus s.l.*, *C. impunctatus*, *C. circumscriptus*, *C. festivipennis*, *C. kibunensis* (Fig. 18), entre otras (Bernotienė *et al.*, 2019). Además, las picaduras generan molestia a los hospedadores. Carpenter *et al.* (2013), señalan que en Escocia, el comportamiento agresivo de *C. impunctatus*, condiciona las actividades al aire libre, y se ha calculado que es responsable de la pérdida del 20% de los días de trabajo. Estos insectos también causan dermatitis pruriginosas como resultado de hipersensibilidad a los antígenos salivales. Estas reacciones son estacionales, coincidiendo con el periodo de actividad de los adultos, y aunque pueden afectar a rumiantes domésticos, son más frecuentes en équidos (Barbet, 2014).



Fig. 18. Hembra de *C. kibunensis*.

1.4. FLEBOTOMOS

Existen aproximadamente 600 especies, de las que solo 30 tienen importancia sanitaria. En Europa están incluidas dentro de los géneros *Phlebotomus* (Fig. 19) y *Sergentomyia*. Son insectos de pequeño tamaño ($\approx 2,5$ mm), coloración gris o beige con el cuerpo cubierto de pelos.

Cuando la temperatura alcanza entre 15-26°C, la hembra realiza la **puesta** de huevos en zonas con abundante materia orgánica y humedad, eligiendo lugares resguardados como madrigueras de roedores, grietas en muros, interior de los establos o termiteras. La variabilidad de estos escondites es tan grande que complica mucho el muestreo de las fases inmaduras (Feliciangeli, 2004). Tras el desarrollo hasta L4, se produce la **pupación**. El desarrollo de cada fase varía en función de la especie, de las condiciones climáticas, el fotoperiodo y la disponibilidad de alimento (Munstermann, 2019).

Los machos emergen primero, a las 24-48 horas salen las hembras y enseguida comienza la cópula (Lawyer y Perkins, 2004). El periodo entero desde la puesta de los huevos hasta el desarrollo del imago puede variar entre 35-60 días, en función de la temperatura, que determina la diapausa larvaria (Depaquit y Léger, 2018).

Los adultos tienen actividad crepuscular, y durante el día se encuentran descansando en sitios húmedos y oscuros cerca de los lugares de cría (Alcover *et al.*, 2014; Alten *et al.*, 2015). Solamente las hembras son hematófagas, y al tener un amplio rango de hospedadores, se considera que su alimentación es **oportunist**a (Naucke, 2002).

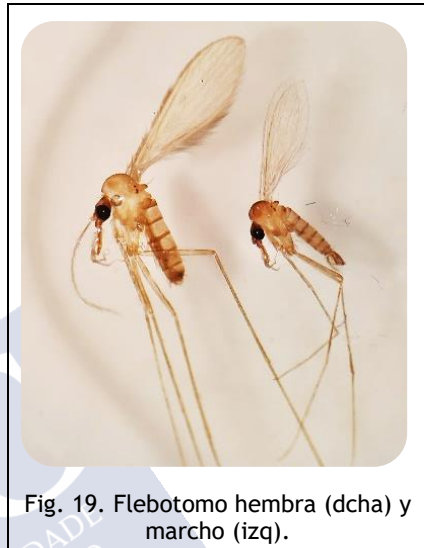


Fig. 19. Flebotomo hembra (dcha) y macho (izq).

Algunas especies tienen preferencia por el ambiente rural como *P. ariasi*; otras, como *P. perniciosus*, presentan gran plasticidad ecológica adaptándose a entornos rurales y urbanos, y otras, necesitan condiciones especiales, como *P. mascittii*, que es la única especie en Europa que necesita nichos muy específicos como túneles, en los que sobrevive incluso durante el invierno (Naucke *et al.*, 2008).

Los flebotomos son insectos **exofágicos** (Fig. 20), esto quiere decir que pican en ambientes abiertos, aunque algunos, como *P. papatasi*, lo hacen dentro de las viviendas (**endofágicos**). Cabe destacar que tienen fototropismo positivo, salvo *Sergentomyia minuta* (Killick-Kendrick *et al.*, 1985; Bravo-Barriga *et al.*, 2016). En España están descritas once especies pertenecientes a los géneros *Sergentomyia* y *Phlebotomus* (Lucientes, 2017) (Fig. 21).

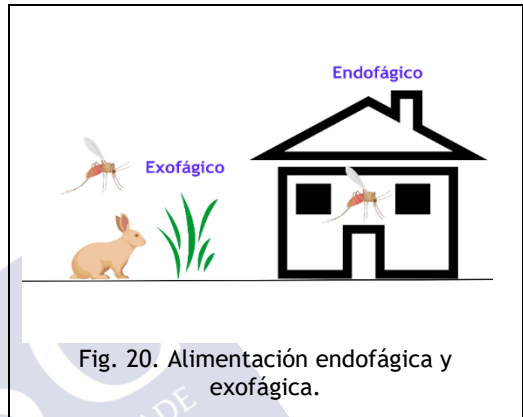
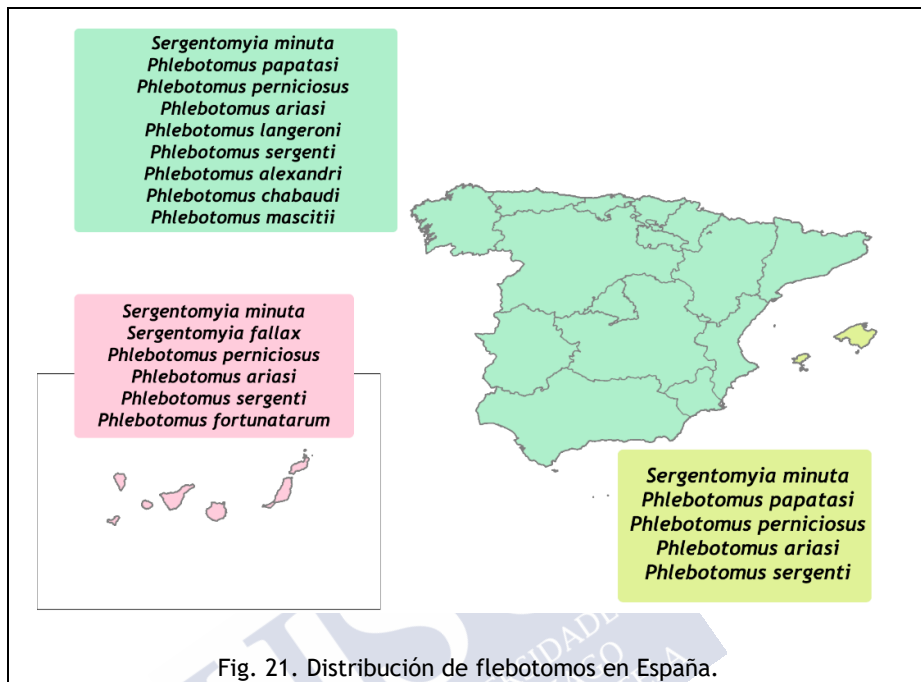


Fig. 20. Alimentación endofágica y exofágica.



La especie más abundante en la España peninsular es *S. minuta*, sin embargo, *P. perniciosus* es la de mayor distribución y *P. ariasi* se localiza en zonas más húmedas y frías (Aransay *et al.*, 2004; Gálvez *et al.*, 2010). Risueño *et al.* (2017) comprobaron que la densidad de los flebotomos es directamente proporcional a la altitud. *P. perniciosus* se ha encontrado entre 0 y 1.534 msnm, y *P. ariasi* entre 10 y 2.168 msnm siendo en España donde se ha detectado en cotas más altas (Ballart *et al.*, 2012).

Su actividad depende de las condiciones climáticas, necesitando que al menos durante tres meses al año, la temperatura supere los 15,6°C; por debajo de los 10°C entran en diapausa (Medlock *et al.*, 2014). Por esto se considera que en Europa el periodo de actividad de los flebotomos comienza entre abril-junio y termina entre septiembre-octubre, y en función de la duración de este periodo, puede haber un solo pico de densidad o varios (Alten *et al.*, 2016). Si se considera el territorio español, la época de vuelo dura desde marzo hasta

noviembre. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el norte del país los meses calurosos se acortan, lo que repercute en su actividad. Atendiendo a los picos de densidad, se han observado dos picos para *P. perniciosus*, en julio y septiembre y solo uno en agosto para *P. ariasi* (Lucientes, 2017).

Algunas especies de flebotomos son de gran interés sanitario ya que actúan como vectores de virus, de la bacteria *Bartonella bacilliformis*, pero sobre todo son importantes por ser vectores de *Leishmania* spp. (Fig. 22). La leishmaniosis es una zoonosis endémica en la cuenca Mediterránea, que se incluye en la categoría de enfermedades desatendidas. La especie causante de la leishmaniosis en Europa es *L. infantum*, responsable de las formas cutáneas (LC) y visceral (LV) en humanos y cánidos (Santos-Gomes *et al.*, 2008; OMS, 2014). En España, los vectores son *P. ariasi* y *P. perniciosus* (Lucientes, 2017), y aunque en Europa estas especies son las más importantes, se añaden a la lista *P. balkanicus*, *P. halepensis*, *P. kandelakii*, *P. langeroni*, *P. major*, *P. mascittii*, *P. perfiliewi*, *P. neglectus* y *P. tobbi* (ECDC, 2020).

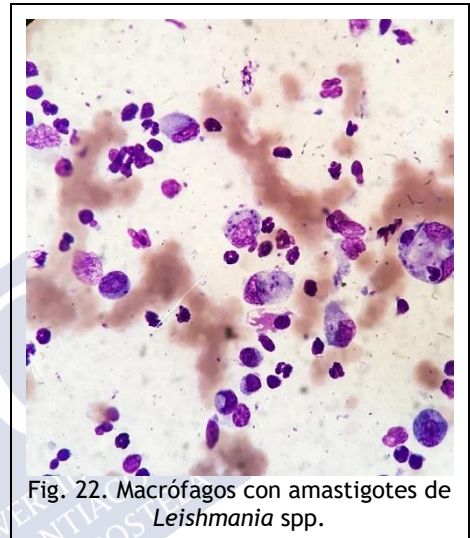


Fig. 22. Macrófagos con amastigotes de *Leishmania* spp.

La detección de *L. infantum* en la especie *S. minuta* pone en duda su posible papel como vector, ya que hasta la fecha solo estaba asociada a la transmisión de sauroleishmania en reptiles (Pereira *et al.*, 2017).

Como sucede con todas las ETV, la distribución de esta enfermedad está condicionada por la presencia de los vectores. En Europa se ha establecido que Alemania es el límite por el norte, sin embargo, el aumento de temperaturas pronosticado para el continente pone en evidencia la expansión septentrional de estos insectos (Maia y Cardoso, 2015; Oryan y Akbari, 2016).

Los flebotomos también son responsables de la transmisión de virus pertenecientes a los géneros *Phlebovirus*, *Vesiculovirus* y *Orbivirus*, que se agrupan en los serocomplejos de Nápoles, Salehabad y de Sicilia (Alkan *et al.*, 2013). Normalmente las infecciones son asintomáticas, y cuando aparecen síntomas son inespecíficos, aunque en ocasiones predominan las afecciones neurológicas (Ergunay, 2014). Se ha demostrado la circulación de estos virus por Europa, y los casos suelen diagnosticarse entre los meses de mayo a octubre, coincidiendo con el periodo de actividad de los flebotomos adultos (Alkan *et al.*, 2013).

En España se tienen indicios de la presencia de los serocomplejos de Nápoles (especies Toscana, Granada, Nápoles), del de Sicilia (especie Sicilia) y del de Salehabad (especies Arbia y Arrabida), los cuales han sido aislados de flebotomos y humanos. Sin embargo, los únicos casos sintomáticos han sido relacionados con el *virus de Toscana*. Los vectores comprobados de estos virus son las especies *P. perniciosus*, *P. perfilewi*, *P. papatasi* y *P. ariasi* (CCAES, 2019). Los datos recopilados a nivel nacional sugieren que el riesgo de transmisión de los flebovirus no es alto, pero se espera la aparición de casos puntuales asociados al virus de Toscana sobre todo en zonas donde la densidad de flebotomos es elevada (CCAES, 2019).

La *bartonellosis* o *enfermedad de Carrión*, causada por la bacteria *Bartonella bacilliformis*, y transmitida por los flebotomos, aunque endémica en Sudamérica, está ausente en Europa (González *et al.*, 2007).

En la Tabla 2 se resumen las principales características de dípteros de las familias Culicidae, Ceratopogonidae y Psychodidae que actúan como vectores de patógenos de relevancia en Salud Pública y Veterinaria en España (Becker *et al.*, 2010; Carpenter *et al.*, 2013; Calzolari, 2016; Benelli y Mehlhorn, 2018; Foster y Walker, 2018; Munstermann, 2019).

Tabla 2. Dípteros que actúan como vectores de patógenos de relevancia en Salud Pública y Veterinaria en España.

Familia	Etiología	Vector	Familia	Agente etiológico	Enfermedad	Hospedadores	Estado
Culicidae	Vírica	Biológico	Flaviviridae	Virus West Nile	West Nile	Humanos, aves y équidos	Descrita
			Flaviviridae	Virus del dengue	Dengue	Humanos	Importada
			Flaviviridae	Virus del zika	Zika	Humanos	Importada
			Flaviviridae	Virus de la fiebre amarilla	Fiebre amarilla	Humanos y primates	Importada
			Flaviviridae	Virus de Usutu	Usutu	Aves y humanos	Descrita
			Togaviridae	Virus de chikungunya	Chikungunya	Humanos, primates	Importada
			Togaviridae	Virus de Sindbis	Sindbis	Aves y humanos	Importada
			Bunyaviridae	Virus de la fiebre del Valle del Rift	Fiebre del Valle del Rift	Humanos, rumiantes	Ausente
			Bunyaviridae	Virus de Tahyna	Tahyna	Humanos, roedores (reservorios)	Importada
			Bunyaviridae	Virus de Batai	Batai	Humanos y ganado	Ausente
	Bacteriana	Mecánico	Francisellaceae	<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	Humanos, liebres y micromamíferos	Descrita
	Parasitaria	Biológico	Plasmodiidae	<i>Plasmodium</i> spp.	Malaria	Humanos y primates	Importada
			Onchoceridae	<i>Dirofilaria</i> spp.	Dirolariosis	Cánidos y humanos	Descrita

Ceratopogonidae	Vírica	Biológico	Reoviridae	Virus de la Lengua Azul	Lengua Azul	Rumiantes domésticos y salvajes	Descrita
			Reoviridae	Virus de la Peste Equina Africana	Peste Equina Africana	Equinos	Descrita
			Reoviridae	Virus de la Enfermedad Hemorrágica Epizootica	Enfermedad Hemorrágica Epizootica	Rumiantes	Ausente
			Bunyaviridae	Virus de Schmallenberg	Schmallenberg	Rumiantes	Descrita
			Bunyaviridae	Virus de Oropuche	Fiebre de Oropuche	Humanos	Ausente
	Bacteriana	Mecánico	Francisellaceae	<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	Humanos, liebres y micromamíferos	Descrita
	Parasitaria	Biológico		<i>Leucocytozoon, Hepatocystis, y Haemoproteus</i> spp.	Parasitosis	Aves	Descrita
			Filarioidea	<i>Mansonella ozzardi</i>	Filiariosis	Humanos	Desconocido
Psychodidae	Vírica	Biológico	Phenuiviridae	Nápoles, Salehabad	Fiebre del flebotomo	Humanos	Descrita
	Parasitaria	Biológico	Trypanosomatidae	<i>Leishmania infantum</i>	Leishmaniosis	Humanos, cánidos y roedores	Descrita
	Bacteriana	Biológico	Bartonellaceae	<i>Bartonella bacilliformis</i>	Bartonelosis	Humanos	Ausente

1.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Wladimir Peter Köppen (1846-1940) desarrolló una clasificación climática de la Tierra teniendo en cuenta las temperaturas medias anuales y mensuales y las precipitaciones que influyen directamente en la vegetación. Se definen cinco macroclimas, **tropical, seco, templado, continental y polar a los que asignan** las cinco primeras letras del abecedario (**A, B, C, D y E**). Hace posible comparar diferentes zonas geográficas. Se ha actualizado a lo largo de los años, y resulta muy útil en estudios entomológicos (Peel *et al.*, 2007).

- **Climas tropicales (A)**

Todo el año con temperaturas superiores a los 18°C. Contempla tres subclasificaciones, **Af (ecuatorial)**, climas cálidos y lluviosos con ausencia de estaciones; **Am (monzónico)** es cálido todo el año con una estación seca muy corta seguida de fuertes lluvias y **Aw (sabana)** cálido todo el año y con estación seca.

- **Climas secos (B)**

Se establecen cuatro categorías (Tabla 3).

Tabla 3. Climas tipo B.

BWh (desértico cálido)	Precipitaciones escasas, los inviernos son suaves y los veranos cálidos o muy cálidos.
BWk (desértico frío)	Precipitaciones escasas con inviernos muy fríos y veranos templados o cálidos.
BSh (estepario cálido)	Precipitaciones escasas, inviernos suaves y veranos cálidos o muy cálidos.
BSk (estepario frío)	Presenta inviernos fríos o muy fríos y veranos templados o cálidos.

- **Climas templados (C)**

Existen nueve tipos de climas templados en los que la temperatura de los meses más fríos oscila entre 0 y 18°C. En la Tabla 4 se describen las particularidades de cada tipo.

Tabla 4. Climas tipo C.	
Csa (mediterráneo)	Inviernos templados con veranos secos y cálidos (la temperatura media del mes más caluroso supera los 22°C). Lluvias en estaciones intermedias o en invierno.
Csb (mediterráneo con veranos frescos)	El invierno es templado o frío y verano fresco y seco (media del mes más cálido es menor o igual a 22°C). Precipitaciones en estaciones intermedias o en invierno.
Csc (templado con verano seco y fresco)	Las temperaturas exceden los 10°C menos de cuatro meses al año.
Cfa (subtropical húmedo)	Los inviernos son fríos y templados con veranos cálidos. Precipitaciones durante todo el año.
Cfb (oceánico templado)	Los inviernos son fríos y templados con veranos frescos. Precipitaciones durante todo el año.
Cfc (oceánico frío)	Inviernos fríos y con un verano poco marcado. Precipitaciones durante todo el año.
Cwa (subtropical con invierno seco)	Inviernos fríos y templados con veranos cálidos. Ausencia de precipitaciones en invierno.
Cwb (templado con inviernos secos)	Inviernos fríos y templados con veranos frescos. Ausencia de precipitaciones en invierno.
Cwc (subalpino con verano frío)	Las medias de temperatura superan los 10°C solo cuatro meses al año, pero nunca sobrepasan los 22°C.

- **Climas fríos (D) y polar (E)**

En los climas fríos la temperatura media del mes más frío se encuentra por debajo de 0° y la del mes más calido es superior a 10°C. En esta categoría hay 12 subtipos (Tabla 5). Los climas polares, como su nombre indica están delimitados a los polos, en los que nunca se superan los 10°C.

Tabla 5. Climas tipo D.

Dfa, Dwa,Dsa (continental con verano cálido)	Inviernos fríos con nieve y veranos cálidos.
Dfb, Dwb, Bsb (continental con verano fresco)	Inviernos fríos con nieve y veranos frescos.
Dfc, Dwc (continental subártico o boreal)	Inviernos muy largos y fríos con veranos muy cortos.
Dfd, Dwd (continental subártico con inviernos extremadamente fríos)	Inviernos extremadamente fríos que pueden durar hasta 9 meses. Verano muy corto relativamente cálido.

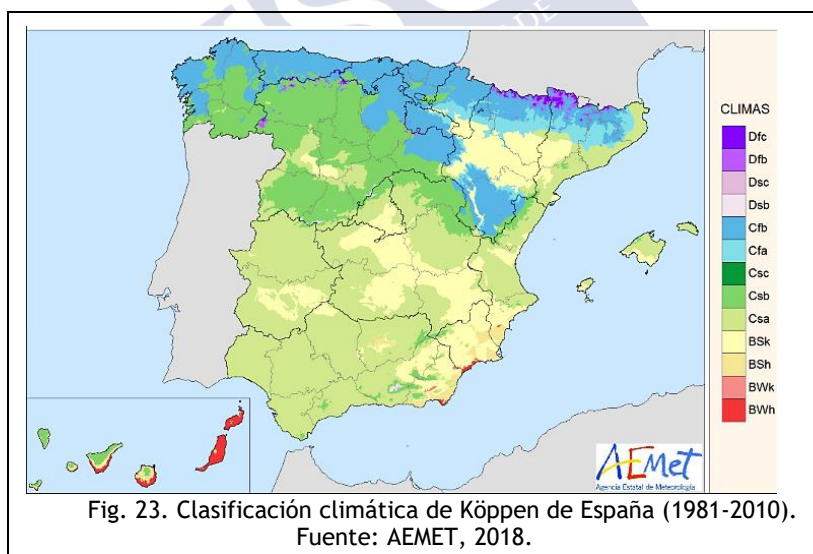
1.5.1. Aplicación de la clasificación de Köppen en el estudio de vectores

La actividad y distribución de los vectores están estrechamente relacionadas con el clima, por ello, la clasificación de Köppen es una herramienta muy útil para estudiar su relación con la fauna de vectores. Estudios realizados por Trájer y Padisák (2019) mostraron que el 80% de las especies de culícidos se encuentran en el Mediterráneo, y una gran diversidad de *Anopheles* en zonas climáticas **Csb** y **Csa**. En función de estos hallazgos, dividieron Europa en dos grandes zonas para la circulación de *arbovirus*, la primera comprende el área Mediterránea y las zona continentales en las que son frecuentes las infecciones por WNV y USUV, y la otra zona incluye las de clima templado y la región boreal, en las que circula el *virus de Inkoo*. Del estudio de la fauna de flebotomos, Trájer y Padisák (2018) determinaron que las especies *P. perniciosus* y *P. ariasi* eran muy

comunes en los climas templados de tipo **C**, sobretudo en los **Csa** (mediterráneo), **Cfa** (subtropical húmedo) y **Cfb** (oceánico templado) y en el clima **BSk** (estepario frío). Esto sugiere que España comparte las especies más comunes con Francia, Italia y Portugal.

1.5.2. Distribución de dípteros en España en función de la clasificación de Köppen

La Agencia Estatal Meteorológica Española (AEMET) ha descrito 13 tipos climáticos siguiendo la clasificación de Köppen (Fig. 23): *climas fríos* (**Dfc**, **Dfb**, **Dsc**, **Dsb**); *templados* (**Cfb**, **Cfa**, **Csc**, **Csb**, **Csa**) y *secos* (**BSk**, **BSh**, **BWk**, **BWh**). Los mosquitos de los géneros *Anopheles*, *Aedes*, *Culex*, *Culiseta* y *Coquillettidia*, los *Culicoides* y los flebotomos están repartidos por toda la península.



En la Tabla 6 se muestra la presencia de algunas especies de dípteros asociadas a los climas predominantes en los territorios donde se llevaron a cabo los estudios (Aransay *et al.*, 2004; Gálvez *et al.*, 2010;

González-González de Heredia y Goldarazena Lafuente, 2011; Bueno-Marí *et al.*, 2012; González *et al.*, 2013; Talavera *et al.*, 2015; Blanco, 2017; González *et al.*, 2020; Gálvez *et al.*, 2020).

Tabla 6. Presencia de dípteros en los climas de Köppen.						
	Especies	Cfb (O.h)	Csa (M)	Csb (M.vf)	BSk (E.f)	BWh (D.c)
Familia Culicidae	<i>An. maculipennis s.l.</i>	X	X	X	X	
	<i>An. plumbeus</i>	X	X	X	X	
	<i>An. claviger s.l.</i>	X	X	X	X	
	<i>Ae. vexans</i>	X	X	X	X	
	<i>Ae. caspius</i>	X	X	X	X	
	<i>Cx. hortensis</i>	X	X	X	X	X
	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	X	X	X	X	X
	<i>Cx. theileri</i>	X	X	X	X	X
	<i>Cx.univittatus/ perexiguus</i>		X			
	<i>Cq. richiardi</i>		X	X		
	<i>Cs. longiareolata</i>	X	X	X	X	X
	<i>Cs. annulata</i>	X	X	X	X	X
Familia Ceratopogonidae	<i>C. obsoletus s.l.</i>	X	X	X		X
	<i>C. punctatus</i>	X	X		X	
	<i>C. impuctatus</i>	X	X			
	<i>C. festivipennis</i>	X	X		X	
	<i>C. clastrieri</i>	X				
	<i>C. kibunensis</i>	X				
	<i>C. circumscriptus</i>	X	X			
Familia Psychodidae	<i>P. ariasi</i>	X	X	X	X	X
	<i>P. perniciosus</i>	X	X	X	X	X
	<i>S. minuta</i>	X	X	X	X	X

Leyenda: O.h (Océánico templado), M (Mediterráneo), M. vf (Mediterráneo verano frío), E.f (Estepario frío) y D.c (Desértico cálido).

El clima también influye en la actividad de los vectores. En el sur de la península predomina el clima **Csa** (mediterráneo), y los mosquitos están activos durante todo el año (Almeida *et al.*, 2010; Sánchez-Murillo *et al.*, 2014). Sin embargo, en el norte del país el periodo se acorta debido a las brascas bajadas de temperatura durante los meses de invierno (Encinas-Grandes, 1982).

En el caso de los *Culicoides*, la dinámica poblacional depende mucho de las especies, por lo que no se puede generalizar.

La actividad de los flebotomos en zonas con clima **Csa** empieza en marzo y termina en octubre (Gálvez *et al.*, 2010; Lucientes, 2017; Risueño *et al.*, 2017). En áreas más septentrionales de Italia con clima **Cfb** y en zonas climáticas mas frías (**Dfb**), se capturan menos flebotomos durante los meses más cálidos. Asimismo, se ha visto que en el norte de Rumanía con clima **Cfa**, el periodo de actividad se limita a los meses de julio y agosto (Cazan *et al.*, 2019).

1.6. VECTORES PRESENTES EN GALICIA Y SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA. RED DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA GALLEGA

La aparición de brotes de LA, en los años 2000 y 2003, en las Islas Baleares y Andalucía respectivamente, determinó que el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de España (MARM) crease un Programa Nacional de Vigilancia Serológica y Entomológica frente a la Lengua Azul.

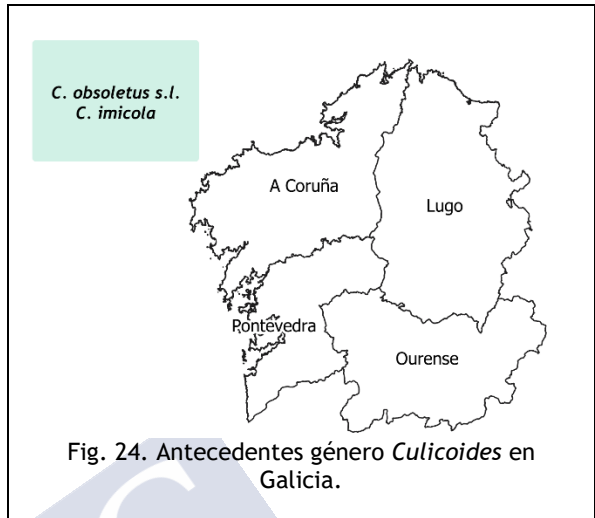
En el Reglamento Sanitario Internacional RSI (2005), en vigor desde el 15 de junio de 2007, se estableció que los países deben disponer de programas para la vigilancia y el control de vectores y reservorios en los puntos de entrada y cercanías de aeropuertos, puertos y pasos fronterizos terrestres.

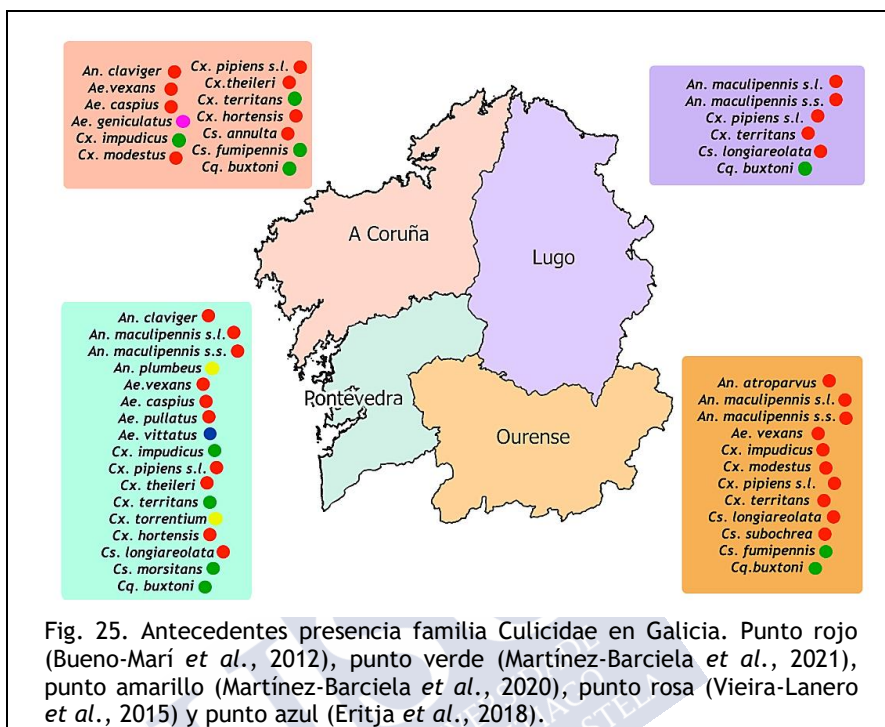
Bajo este contexto, en el año 2005 en Galicia, se inició el estudio de los *Culicoides* y otros dípteros de interés, como los mosquitos vectores del virus de West Nile (WNV) y de la fiebre del Valle del Rift (FVRV).

La identificación de artrópodos se llevó a cabo al principio por el Dr. Lucientes,

catedrático de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza (Sanidade Animal, 2012). Durante el periodo 2005-2008, se comprobó la presencia y la amplia distribución de *C. obsoletus s.l.*, se determinó el hallazgo accidental de *C. imicola* (Lucientes *et al.*, 2008) y se identificaron otras 10 especies de culícidos (Sanidade Animal, 2012) (Fig. 24).

En 2011, con motivo de un control más específico de WNV, se decidió realizar la vigilancia entomológica en puntos considerados de riesgo elevado. Como resultado, se identificaron especies pertenecientes a los géneros *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* y *Culiseta* que se incluyeron en el inventario nacional de culícidos de Bueno-Marí *et al.* (2012) (Fig. 25). Desde entonces se han detectado nuevas especies en Galicia (Vieira-Lanero *et al.*, 2015; Eritja *et al.*, 2018; Martínez-Barciela *et al.*, 2020; Martínez-Barciela *et al.*, 2021).





Durante el año 2011 se detectó que el 51,4% de los culícidos eran positivos a WNV y que pertenecían a las especies *Cx. modestus*, *Cx. pipiens s.l.*, *Cx. hortensis*, *Ae. caspius*, *Ae. pullatus*, *Cs. subochrea* y *Cs. longiareolata*. Destaca la importancia de las dos primeras por su gran capacidad vectorial para la transmisión del virus (Becker *et al.*, 2010). Las capturas positivas procedían de Ortigueira (A Coruña), Xinzo de Limia (Ourense), O Grove y Trabadelas (Pontevedra).

Galicia es un territorio de paso para aves migratorias. Las aves acuáticas que vienen del norte de Europa para pasar el invierno (octubre a marzo) en principio entrañan un menor riesgo de infección por WNV. Sin embargo, también migran aves procedentes de África (zona endémica) para pasar el periodo estival. Estas aves pertenecen a los órdenes Columbiformes, Cuculiformes, Strigiformes, Caprimulgiformes, Apodiformes, Coraciformes, Piciformes y Passeriformes (Sanidade Animal, 2012).

En la epidemiología de la enfermedad tienen especial importancia las passeriformes, ya que en ellas el virus tiene gran capacidad de replicación y por ello, el contacto estrecho entre ellas y los mosquitos podría contribuir a la perpetuación del virus (Fig. 26) (Pérez *et al.*, 2011).

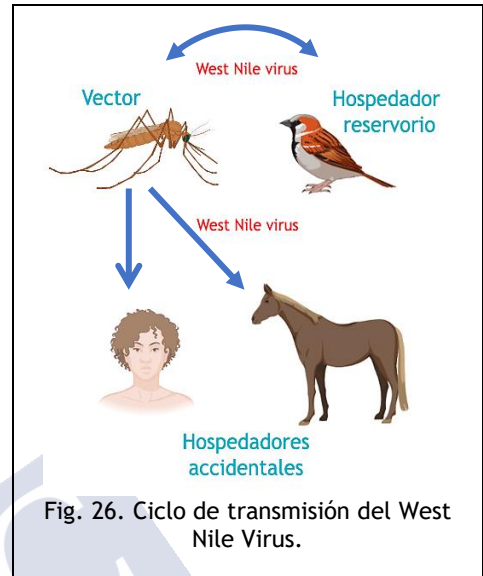


Fig. 26. Ciclo de transmisión del West Nile Virus.

El Plan de Vigilancia Nacional del WNV contempla el seguimiento en aves, équidos y mosquitos. En animales, la vigilancia es pasiva (individuos con sintomatología) y activa (muestras centinelas) en áreas de riesgo, principalmente del Parque Nacional de Doñana, el Delta del Ebro y otros humedales de Cataluña, Valencia, Murcia y Baleares. El plan se activa desde el final de la primavera hasta finales del otoño. La vigilancia entomológica se sustenta en la identificación y estudio de la distribución, actividad y presencia de WNV por PCR en mosquitos capturados mediante trampas. Desde el inicio de la vigilancia, todos los años se han notificado brotes en explotaciones equinas, sobre todo en el suroeste de Andalucía, pero también en Extremadura, Castilla-La Mancha, Ciudad Real, Castilla y León, Ávila y Cataluña.

La distancia que hay entre Galicia y zonas de África endémicas hace que la Comunidad Gallega no esté expuesta al mismo riesgo. Sin

embargo, hay que tener en cuenta que el virus puede aprovechar otras vías de expansión facilitadas por el fenómeno de la globalización, tal como se sospecha que ocurrió en Estados Unidos en 1999 (Kilpatrick, 2011).

En 2004 se diagnosticó en Barcelona el primer caso humano de WNV en España, en una persona que estuvo en Badajoz durante el periodo de incubación. En 2010 se notificaron 2 casos humanos en municipios de Cádiz. En 2016 se notificaron más de 70 focos equinos en Andalucía, Extremadura y Castilla y León y hubo 3 casos humanos en personas que residían o visitaron municipios de las marismas del Guadalquivir. Entre 2017 y 2019 hubo escasos focos equinos y ningún caso humano. En 2020 se notificaron más de 100 focos equinos y más de 65 casos humanos en zonas con circulación conocida de WNV (CCAES, 2020).

La detección de un caso (probable o confirmado) en humanos se considera una alerta en Salud Pública. En las zonas donde ya se han detectado casos humanos o focos en équidos, se pone en marcha la vigilancia activa en humanos al inicio de cada temporada de actividad del vector. Los casos en aves y caballos preceden a los casos en personas y son un buen indicador, por lo que deben mantenerse sistemas de vigilancia de salud animal útiles.

El único estudio serológico frente a WNV en personas que se llevó a cabo en el Noroeste de España detectó una alta tasa de anticuerpos en las provincias de A Coruña, Ourense y Pontevedra, lo que puso en evidencia la circulación del virus (Garea-González y Armindo, 1977).

Galicia es un territorio con un importante sector ganadero. En 2019, el censo de ganado bovino situó a la Comunidad Autónoma en segundo puesto solo por detrás de Castilla-León y es una de las regiones con más cabezas de ganado ovino y caprino (MAPA, 2019). Por ello, es muy importante monitorizar los vectores de LA y FVR. En la Comunidad Autónoma Gallega se detectaron casos de LA durante el periodo de 2007 a 2012, probablemente relacionados al comienzo con la compra de ganado desde otras zonas (Pérez de Diego *et al.*, 2014). Dado que *C. imicola* no es una especie instalada en el norte y

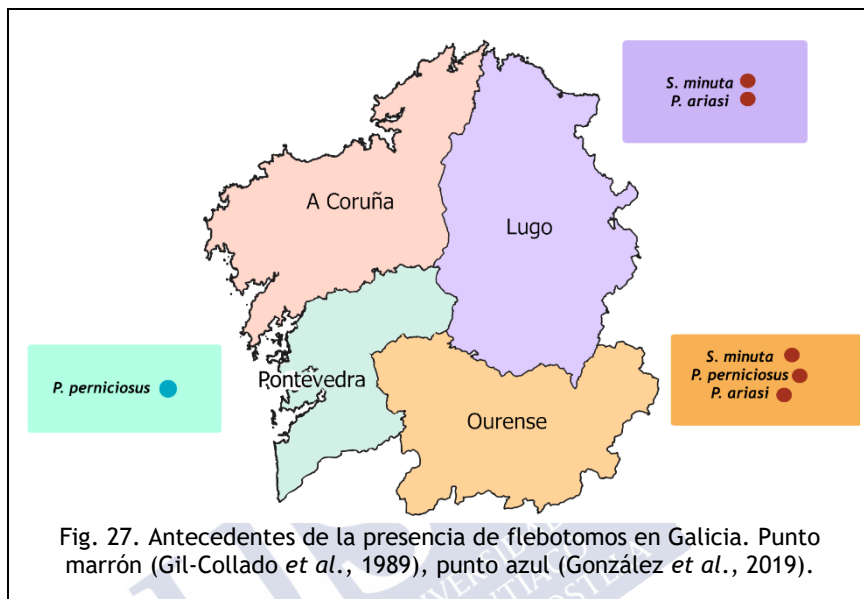
que *C. obsoletus s.l.*, se encuentra ampliamente distribuido y es muy abundante, la transmisión autóctona se relaciona con esta segunda especie. Se han estudiado las condiciones climáticas que podrían favorecer la instalación de *C. imicola* en Galicia y se vio que zonas como Verín (Ourense), Lourizán, Castrove y Fornadelos (Pontevedra), presentan un riesgo elevado para su asentamiento (Fernández y Diéguez, 2006). Con posterioridad, estos supuestos parecen avalados por estudios de modelización climática que aseguran que el aumento de la temperatura va a propiciar que esta especie colonice el norte de España (Brugger y Rubel, 2013; Lucientes, 2014).

En relación con la FVR, aunque como ya se explicó, no está presente en Europa, un estudio realizado por Sánchez-Vizcaíno *et al.* en 2013, determinó que Galicia se encuentra entre los territorios con alto riesgo para la aparición de brotes durante todo el año. Esto se debe a la alta densidad de ganado, junto con la proximidad a zonas encharcadas y las elevadas precipitaciones, circunstancias que favorecen el desarrollo de los vectores. Por el contrario, debido a la baja densidad equina, el riesgo de aparición de PEA en la Comunidad Gallega es bajo (Sánchez-Matamoros *et al.*, 2016). Merece una breve mención la detección de antígenos frente a los flebovirus Toscana (11,4%) y Nápoles (30,2%) en personas residentes en Galicia (CCAES, 2019).

La leishmaniosis, es una zoonosis de gran importancia en los países Mediterráneos. En España se consideraba la leishmaniosis humana como enfermedad endémica de ámbito regional, y por ello dejó de ser de notificación obligatoria desde 1995 hasta 2012 en aquellas Comunidades Autónomas en las que la enfermedad no se considera endémica. Desde el 2012 es una Enfermedad de Declaración Obligatoria (EDO) en Galicia (DOG N° 243, 20/12/2013) y a partir del 2015 en todo el territorio nacional (RENAVE, 2019).

En Galicia las primeras citas del género *Phlebotomus* y *Sergentomyia* hacen referencia a las especies *P. perniciosus*, *P. ariasi* y *S. minuta* en las provincias de Lugo y Ourense (Gil-Collado *et al.*, 1989; León-Sanz *et al.*, 1999) (Fig. 27). Sin embargo, no ha sido hasta

el 2016-2017 que se descubrió la presencia de *P. perniciosus* en Pontevedra (González *et al.*, 2019).



La leishmaniosis canina es una enfermedad endémica en España (Dujardin *et al.*, 2008). Hasta hace poco, los perros infectados se localizaban en la cuenca Mediterránea y el centro-sur de la península (Martín-Sánchez *et al.*, 2009; Velez *et al.*, 2019) y la infección se consideraba ausente en el norte (Amusatogui *et al.*, 2004), región en la que también se desconocía la correcta distribución de los flebotomos. Estudios de seroprevalencia realizaron detectaron un 3% de perros positivos en la costa del Cantábrico, así como zonas de Ourense con seroprevalencia de hasta el 35,6%. En la actualidad se considera endémica en determinadas zonas de Galicia (Gálvez *et al.*, 2020) (Tabla 7).

Tabla 7. Datos de la seroprevalencia de *L. infantum* en Galicia.

Localidad	Seroprevalencia <i>L. infantum</i>	Cita
Ourense	7,5%-29,2%	Amusategui <i>et al.</i> , 2004
Ourense	35,6%	Miró <i>et al.</i> , 2012
Galicia	4,55%	Montoya-Alonso <i>et al.</i> , 2020

También se ha confirmado la infección por *L. infantum* en carnívoros salvajes del norte de España (Del Río *et al.*, 2014; Oleaga *et al.*, 2018). Con respecto a los datos de leishmaniosis humana en Galicia, en el periodo 2012-2014 se diagnosticaron siete casos, cuatro de ellos importados, uno sin datos suficientes y dos de ellos autóctonos de la zona de Ourense (un caso de forma clínica cutánea y otro mucocutánea) (Consellería de Sanidade, 2019). Durante el periodo 2014-2017 se diagnosticaron solo dos casos (RENAVE, 2019).

Aunque también se consideraba la dirofilariosis canina una ETV ausente en el norte, cada año se diagnostican casos en clínicas veterinarias gallegas. Los escasos estudios muestran que, hasta el momento, se trata de una enfermedad muy focalizada en la provincia de A Coruña (Simón *et al.*, 2009). Un estudio reciente determinó que la seroprevalencia en Galicia es del 6,36%, no muy alejada de otras

Fig. 28. Hembra del género *Aedes*.

zonas endémicas como Cataluña (7,65%) (Montoya-Alonso *et al.*, 2020). La dirofilariosis es una ETV que utiliza como vectores biológicos principalmente especies de los géneros *Culex* o *Aedes* (Fig. 28) (Becker *et al.*, 2010). Estos mosquitos pueden picar a animales y personas, y aunque la dirofilariosis afecta principalmente a cánidos

domésticos y silvestres, los humanos se pueden infectar accidentalmente en zonas endémicas (McCall *et al.*, 2008). Hasta la fecha, no hay evidencia de casos de dirofilariosis humana en Galicia.

Otros factores como el fenómeno de la globalización o el CCG, pueden acelerar el proceso de la introducción o la expansión de las ETV en Galicia. Cada año recibe visitantes nacionales y extranjeros atraídos por el turismo rural y natural, gastronómico, enológico y cultural. Esto se refleja en los 1.624.711 turistas internacionales que se contabilizaron para el año 2019 (IGE, 2019) y lejos de disminuir, la puesta en marcha de iniciativas como la candidatura de Ribeira Sacra (Fig. 29) a la Lista de Patrimonio Mundial y el próximo año Xacobeo 2021-2022, pronostican un aumento en el sector turístico.

El CCG es cada vez más evidente. En consonancia con el aumento de temperatura en Europa, en el año 2020, Galicia registró una temperatura media anual de 14,6°C, lo que supone 1,2° más que el valor medio para los periodos 1961-1990, y 1° más que en 1971-2000, y 1° más que en 1981-2010 (MeteoGalicia, 2021).

La llegada y expansión de especies invasoras también está relacionada con estos dos últimos factores. Hasta la

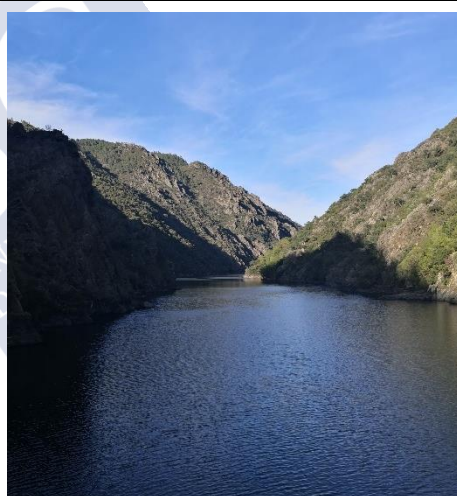
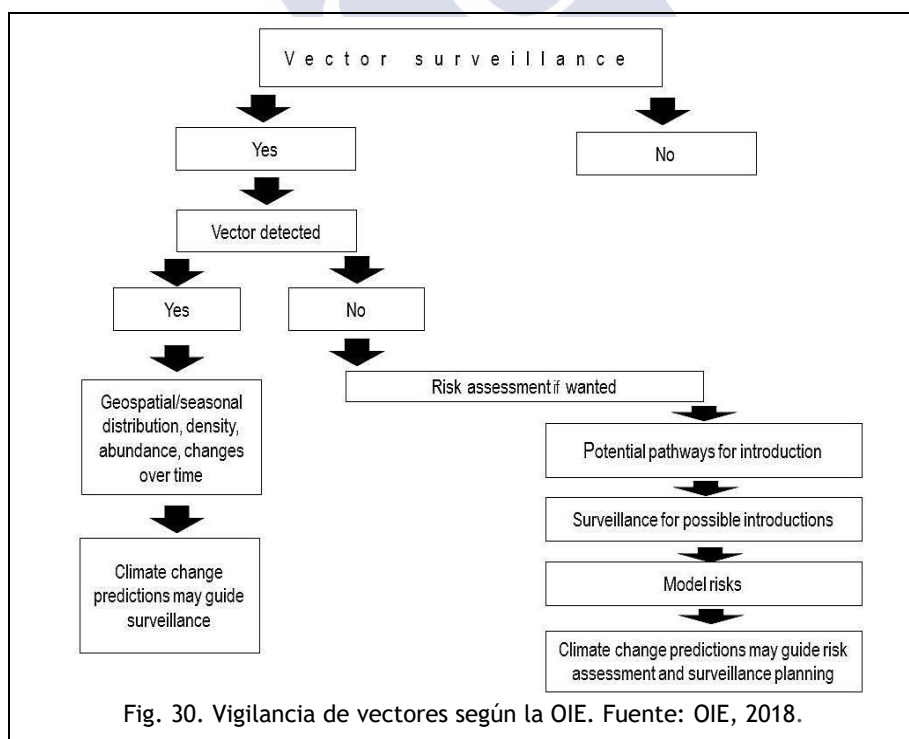


Fig. 29. Entorno de la Ribeira Sacra.

fecha, no hay registro de especies exóticas asentadas en Galicia. Sin embargo, en un informe de WNV se señaló que Galicia contaba con las condiciones idóneas de temperatura y precipitaciones para el establecimiento y desarrollo de *Ae. albopictus* (CCAES, 2013). De hecho, en los años 2017 y 2018 saltaron las alarmas por la detección de dos mosquitos invasores en los territorios limítrofes. Por un lado, *Ae. albopictus* en el norte de Portugal (Osório *et al.*, 2018) y por otro, la primera cita en España de *Ae. japonicus* en Asturias (Eritja *et al.*,

2019). En base a que estos insectos utilizan los medios de transporte para su expansión, el riesgo de introducción en Galicia es elevado (Eritja *et al.*, 2017), y teniendo en cuenta todos los aspectos mencionados, se puede asignar al territorio el estatus de zona endémica para la leishmaniosis canina, zona de emergencia para la FVR, y de re-emergencia en los casos de WNV y LA.

Siguiendo la directiva de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005) y la de la OIE para el control de enfermedades de transmisión vectorial en animales (Fig. 30), en el año 2017, la Consellería de Sanidad de la Xunta de Galicia, en colaboración con las Universidades de Santiago de Compostela (USC) y Vigo (UVigo), crearon el proyecto *Rede Galega de Vixilancia de Vectores (ReGaViVec)* con el objetivo de 1) ampliar el conocimiento de la fauna y ecología de los dípteros nativos, 2) la detección precoz de especies invasoras como el mosquito tigre y 3) la evaluación de riesgo sanitario en Galicia y ejecución de acciones necesarias.







2-.OBJETIVOS



2. OBJETIVOS

- 1.- Profundizar en el conocimiento de dípteros vectores en diferentes zonas climáticas de Galicia.
- 2.- Conocer las zonas climáticas que favorecen el desarrollo de dípteros potencialmente vectores de zoonosis.
- 3.- Conocer la fenología de los dípteros con competencia vectorial.
- 4.- Localizar los entornos adecuados para vigilar la presencia de culícidos y *Culicoides*.
- 5.- Determinar la distribución de la familia Psychodidae en Galicia.
- 6.- Analizar las épocas del año de mayor riesgo de transmisión de enfermedades transmitidas por dípteros.
- 7.- Contribuir al diseño de la *Rede Galega de Vixilancia de Vectores*.





3.-METODOLOGÍA



3. METODOLOGÍA

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en Galicia, noroeste de la península ibérica ($42^{\circ}45'00''\text{N}$ - $7^{\circ}53'00''\text{W}$) (Fig. 31), durante el periodo 2018-2020.

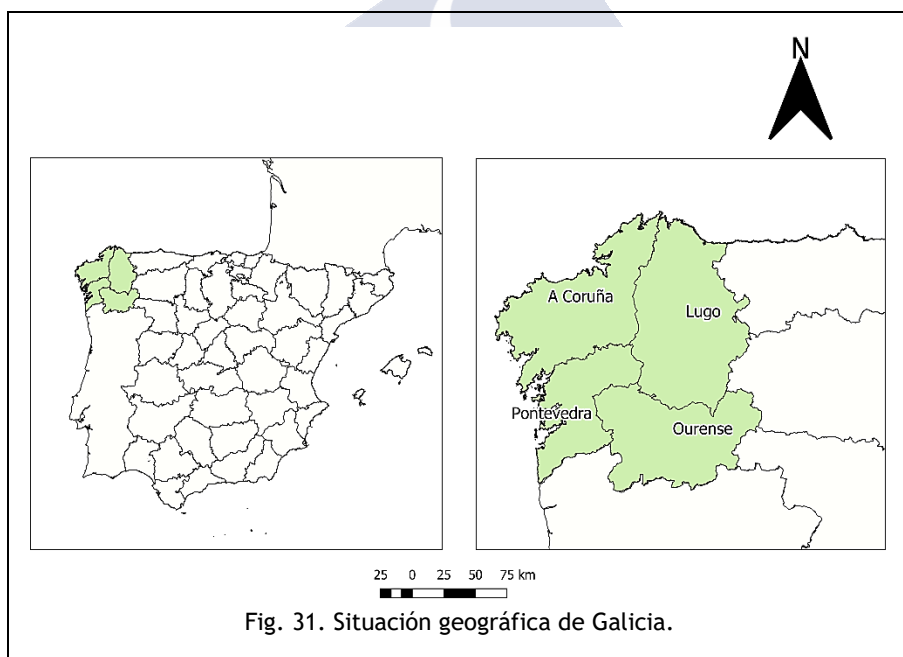


Fig. 31. Situación geográfica de Galicia.

Esta Comunidad Autónoma tiene una extensión 29.574 km^2 y está bañada al norte y oeste por el océano Atlántico. En el este se encuentran los montes de León, con los picos más altos de la

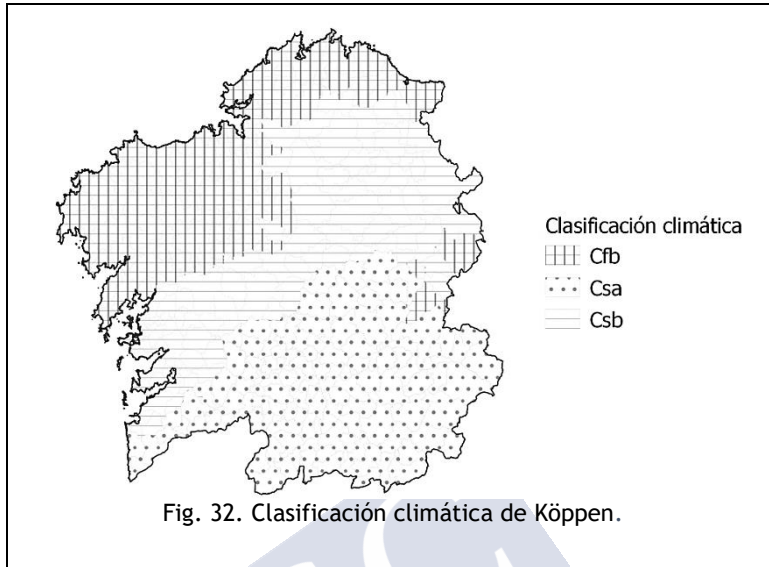
Comunidad, Pena Trevinca (2.127 msnm) y Cabeza de Manzaneda (1.781 msnm), y el Macizo Galaico con las sierras de los Ancares (1.987 msnm) y O Courel (1.643 msnm). En el interior las montañas son redondeadas, con una planicie recorrida por una depresión longitudinal que coincide con el recorrido del río Miño y sus afluentes. Este río, el más largo de Galicia, con 307 km, nace en la sierra de Meira (Lugo) y desemboca en A Guarda (Pontevedra). Entre sus afluentes destaca el Sil, que discurre por una depresión transversal, formando un límite natural entre las provincias de Lugo y Ourense.

3.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

En general, Galicia presenta una clasificación **Csb** (mediterráneo con veranos frescos), aunque Rodolfo García en 1975 (Consello da Cultura Gallega, 2008), describió áreas con clima **Cfb**, (oceánico templado) y **Csa** (mediterráneo) (Tabla 8).

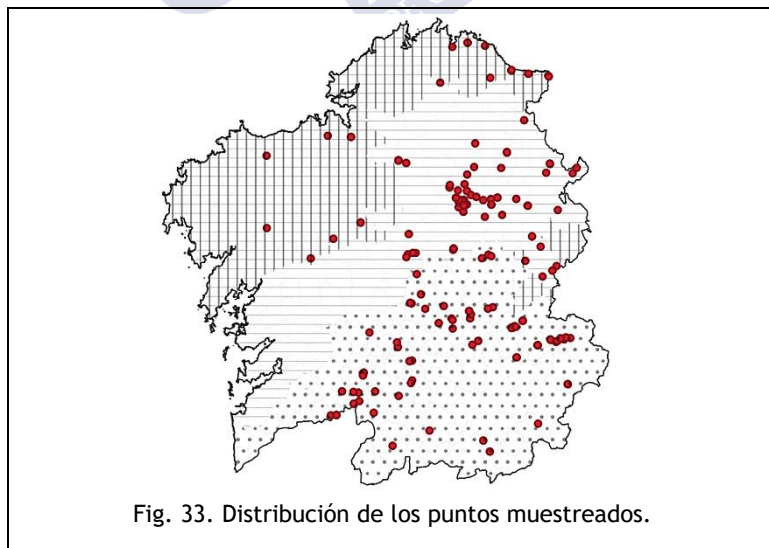
Tabla 8. Resumen de las características de los climas.			
	Lluvia	Tª en el mes más caluroso	Tª media al menos 4 meses al año
Cfb (oceánico templado)	Todo el año	< 22°C	10°C
Csb (mediterráneo con veranos frescos)	Veranos secos	≤ 22°C	10°C
Csa (mediterráneo)	Veranos secos	> 22°C	

El clima **Cfb** se encuentra sobre todo en la costa del norte, en algunas zonas en el interior de la Comunidad Gallega, y en zonas de montaña con altitudes superiores a los 1.500 msnm. El tipo de clima **Csa** se presenta mayoritariamente en el sureste del territorio. A la costa oeste se le asocia la variante **Csb**, que además sirve de transición entre las zonas **Cfb** del litoral y la **Csa** (Fig. 32).



3.3. SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Durante el periodo de estudio (2018-2020) se realizaron capturas en distintas localizaciones (Fig. 33).



3.3.1. Elección de los puntos de toma de muestras

Para decidir los puntos de toma de muestras se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las hembras de *Culicoides*, mosquitos y flebotomos suelen encontrarse volando próximas a posibles hospedadores ya que son las únicas que se alimentan de sangre, por ello se colocaron trampas en granjas, sociedades protectoras, caniles, parques zoológicos y viviendas.
- Los lugares con gran afluencia de personas/vehículos, y también las entradas y salidas de Galicia se consideran zonas de riesgo para la introducción de especies invasoras y son lugares idóneos para la presencia de dípteros, por lo que se tomaron muestras de campings, albergues, áreas de servicio y zonas vitivinícolas.
- Las hembras de los mosquitos realizan la ovoposición en zonas con agua estancada y el desarrollo a larvas y pupas se produce también en medio acuático. Por este motivo las capturas de las formas inmaduras se llevaron a cabo en ecosistemas con presencia de agua estancada de origen natural o artificial.

3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

En cada punto muestreado se recogieron los siguientes datos: municipio, provincia, altitud (msnm), coordenadas (UTM y grados, minutos y segundos), y se apuntaron la periodicidad y los días de funcionamiento de las trampas o de las capturas.

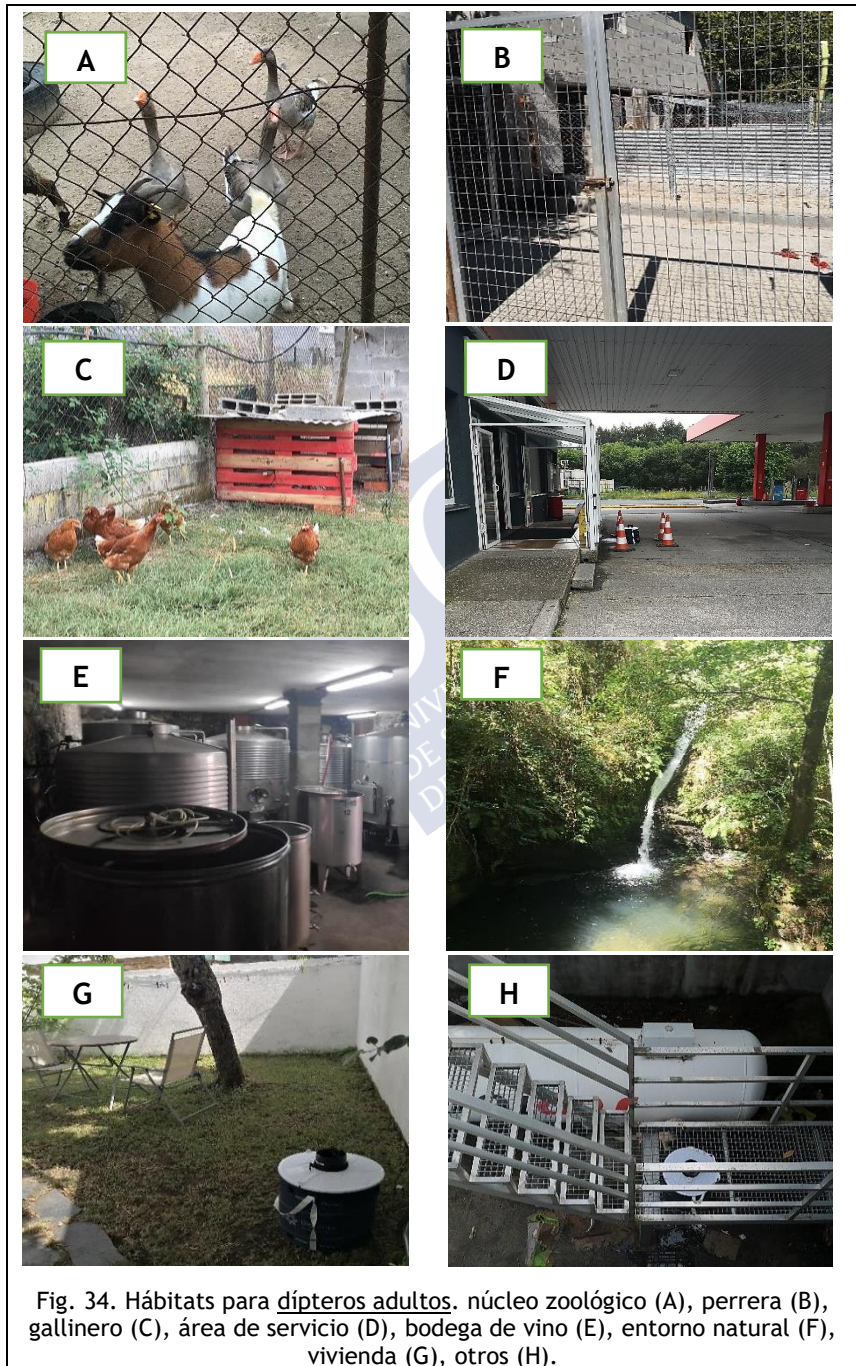
También se anotaron los parámetros climáticos (temperatura media, mínima y máxima, humedad relativa y precipitaciones) y se asignó la clasificación climática de Köppen. Para los muestreos periódicos se registraron los datos mensuales y en los muestreos no periódicos se obtuvieron los datos diarios correspondientes a la colocación de la trampa. Esta información se extrajo de la estación meteorológica más cercana a los puntos de muestreo empleando la página web MeteoGalicia.

Los hábitats se clasificaron según donde se encontraron adultos (Fig. 34):

- **Núcleo zoológico:** cualquier centro o establecimiento destinado al mantenimiento o cría de animales. Incluye granjas, gallineros, zoológicos.
- **Perreras:** protectoras, caniles, recintos privados, perreras municipales, etc. Se consideran en un apartado diferente por ser hospedadores preferidos de los flebotomos.
- **Gallineros:** independientemente de dónde se encuentren, esta categoría se diferencia de todas las demás por el hecho de que las gallinas también son hospedadores diana de los flebotomos.
- **Áreas de servicio:** zonas en las que existe un gran tránsito de personas y vehículos.
- **Bodegas de vino.**
- **Entorno natural.**
- **Vivienda.**
- **Otros:** cualquier local público o privado dedicado a la venta o que ofrezca algún servicio.

En el caso de las formas inmaduras se definieron 6 categorías (Fig. 35):

- **Contenedores naturales:** depresiones en el terreno o huecos en estructuras naturales.
- **Contenedores artificiales:** recipientes de origen antrópico como macetas, cubos, recolectores de lluvia, etc.
- **Ovitrampas:** dispositivos orientados específicamente a la captura de culícidos.
- **Estancamiento en el suelo de origen natural:** ríos, lagos, lagunas, etc.
- **Estancamientos en el suelo de origen antrópico:** acumulación de agua como resultado de una modificación antrópica previa (p. ej. las rodadas de tractores o zanjas a los costados de las carreteras, entre otras).
- **Construcciones antrópicas:** realizadas con el fin de contener agua (p. ej. fuentes, piscinas, etc).



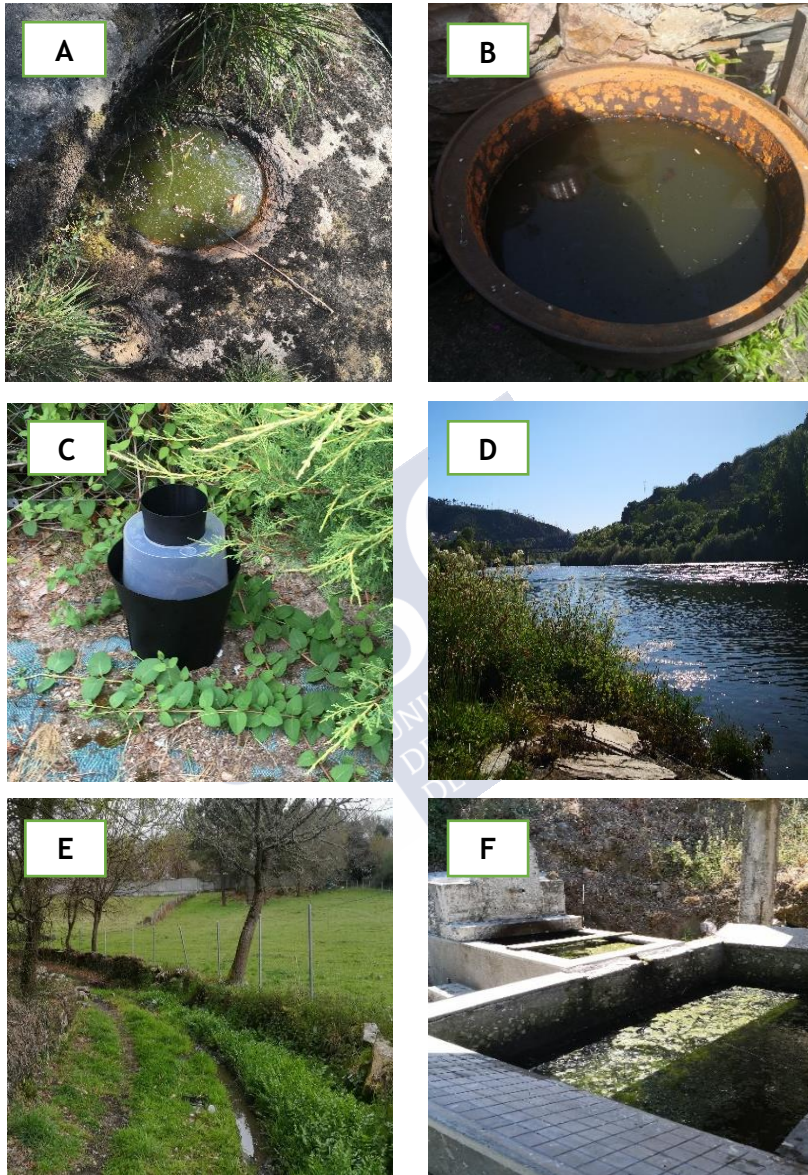


Fig. 35. Hábitats para dípteros inmaduros. contenedor natural (A), contenedor artificial (B), ovitrampa (C), estancamiento de suelo origen natural (D), estancamiento en el suelo de origen antrópico (E), construcción antrópica (F).

3.4.1. Distribución de dípteros

Con el objetivo de conocer la distribución de los dípteros en las diferentes áreas climáticas de Galicia, se realizaron capturas de formas inmaduras y adultos entre los meses de abril y noviembre, periodo en el que es posible el desarrollo del ciclo. En la Tabla 9 se recoge el número de muestreos para adultos y larvas en cada tipo climático.

Tabla 9. Número de muestreos por tipo de clima.		
Tipo de clima	Adultos	Larvas
Cfb (oceánico templado)	24	22
Csb (mediterráneo con verano fresco)	82	64
Csa (mediterráneo)	142	32
Total	248	118

En la Fig. 36 se ejemplifican 33 rutas realizadas para los muestreos orientados a conocer la distribución de dípteros en los diferentes tipos climáticos. El punto de partida y final del recorrido era la Facultad de Veterinaria en Lugo (42°59'40.128"N, 7°32'56.0862"W).

3.4.2. Fenología de los vectores

Se seleccionaron unos puntos fijos para la recogida periódica (quincenal/mensual) para conocer la fenología de los vectores en zonas con clima **Csa** y **Csb** (Tabla 10), que se monitorizaron de abril a noviembre; sin embargo, dependiendo de los colaboradores, en algunos casos se pudieron colocar trampas de adultos durante todo el año, lo que permitió completar la fenología de mosquitos, *Culicoides* y flebotomos.

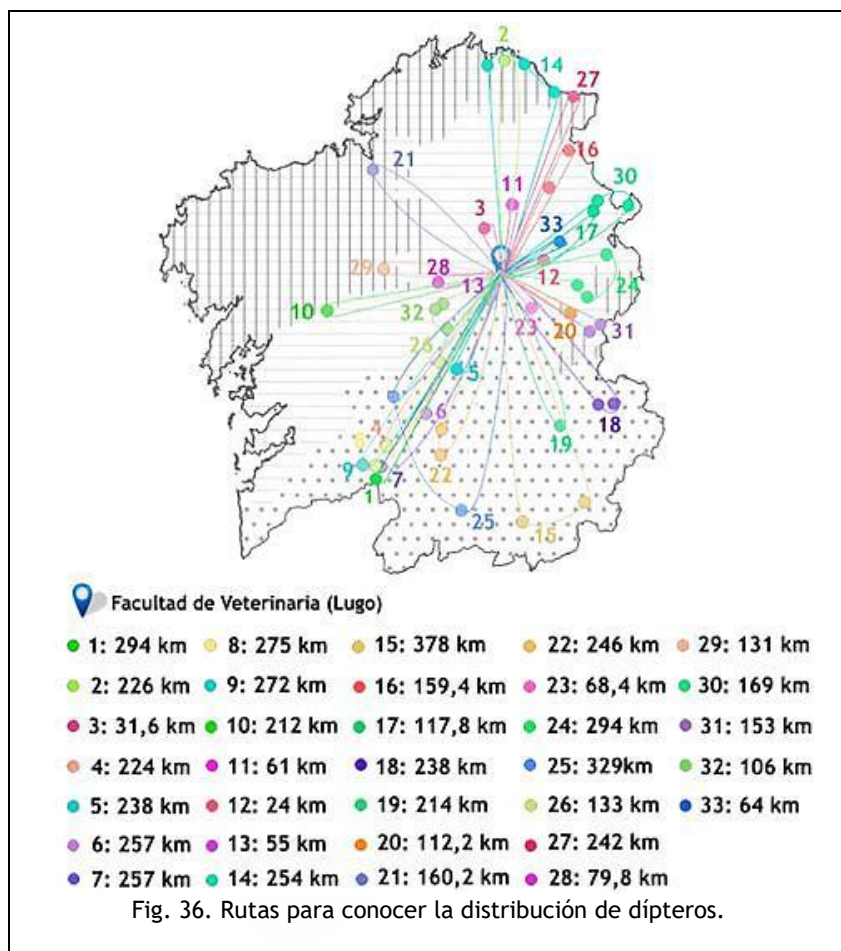
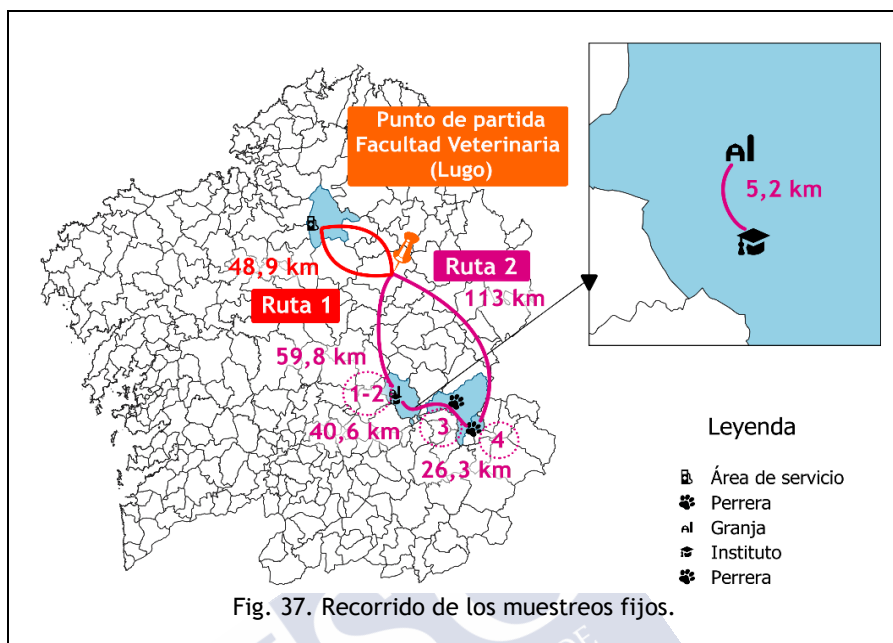


Tabla 10. Descripción de puntos fijos de toma de muestras.

Lugar	Tipo de clima	Periodo	Tipo de captura	Dípteros monitorizados
Guitiriz (Lugo)	Csb	Abril-nov	Adultos/larvas	Mosquitos
Monforte (Lugo)	Csa	Todo el año	Adultos	Mosquitos y <i>Culicoides</i>
Quiroga (Lugo)	Csa	Todo el año	Adultos	Flebotomos
A Rúa (Ourense)	Csa	May-nov	Adultos	Flebotomos



Los muestreos periódicos se dividieron en dos rutas, ambas tomando como punto de partida la Facultad de Veterinaria en Lugo (Fig. 37). La primera ruta muestra el trayecto al área de servicio en Guitiriz con un total de 97,8 km (48,9 km ida y otros de vuelta). El segundo recorrido es el más largo (244 km), ya que se visitaban el resto de los puntos fijos.

3.4.2.1. Descripción de los puntos fijos

Guitiriz (área de servicio localizada en Lugo): se trata de dos locales situados a ambos lados de la autovía del noroeste (A-6) en el km 538 (43°11'18.456"N, 7°55'38.027"W) (Fig. 38). Es un área de descanso muy concurrida por viajeros y transportistas. Se colocaron trampas BG-Sentinel para la captura de adultos en la puerta del local

(Fig. 39), y ovitrampas para recoger formas inmaduras de mosquitos (Fig. 40).



Fig. 38. Vista satelital del entorno del área de servicio.



Fig. 39. BG-Sentinel en la puerta del área de servicio.



Fig. 40. Ovitrapa en la depuradora.

Monforte de Lemos (provincia de Lugo). Se colocaron trampas de luz UV CDC en una explotación ganadera que se encuentra a un par de kilómetros del casco urbano ($42^{\circ}32'32.107''\text{N}$, $7^{\circ}31'51.254''\text{W}$) (Fig. 41).



Fig. 41. A) Distancia de la granja al casco urbano. B) Vista satelital de la granja.

Esta explotación pertenece a la Asociación PRODEME, dedicada a la inclusión de adultos con discapacidad intelectual, mediante la participación en la cría de ganado bovino, ovino, porcino y aves de corral. La trampa se colocó en una nave de novillas que comunicaba con la nave de porcino (Fig. 42).



Fig. 42. Trampa de luz colgada en la nave de novillas.



Fig. 43. Vista satelital del instituto.

También se monitorizó un instituto localizado en el casco urbano de este municipio (Fig. 43) ($42^{\circ}30'42.66''\text{N}$, $7^{\circ}31'33.239''\text{W}$), a instancias del Servicio Galego de Epidemioloxía (Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia) teniendo en cuenta la elevada presencia de posibles hospedadores (estudiantes) y la proximidad a una pequeña granja particular con una decena de ovejas. Además de los aularios, este instituto tiene zonas verdes que destinan al cultivo de diferentes plantas por lo que las trampas BG-Sentinel, CDC (ultravioleta) y una ovitrampa se colocaron resguardadas entre la vegetación, próximas a un invernadero donde se encontraba la toma de corriente.

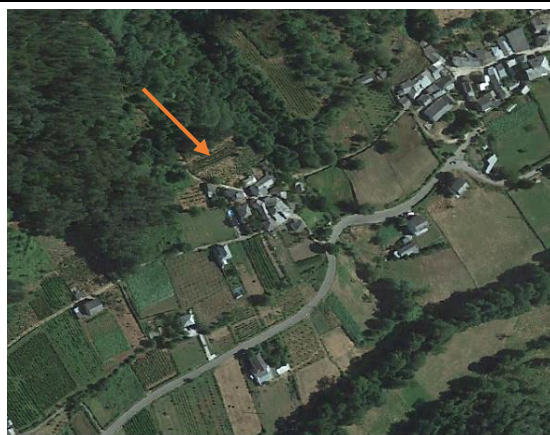


Fig. 44. Vista satelital de la perrera.

Quiroga (provincia de Lugo): en un canil privado en el que convivían una docena de perros se colocaron trampas de luz CDC. Este canil se localiza a las afueras del casco urbano en un ambiente rural rodeado de bosque ($42^{\circ}28'19.347''N$, $7^{\circ}15'47.829''W$) (Fig. 44).

A Rúa (provincia de Ourense): se trata de una perrera que pertenece a la Diputación Provincial de Ourense y alberga en torno a 50 perros. Se encuentra alejada del núcleo urbano y comparte espacio con una planta de procesamiento de residuos orgánicos ($42^{\circ}23'29.9502''N$, $7^{\circ}8'26.0052''W$) (Fig. 45). En esta localización se colocaron ambos tipos de trampas de luz.



Fig. 45. Vista satelital de la perrera.

3.5. MÉTODOS PARA LA CAPTURA DE DÍPTEROS ADULTOS

Para la captura de adultos se emplearon las trampas recomendadas por las guías del organismo *European Centre for Disease Control and Prevention* – ECDC.

3.5.1. Trampa BG-Sentinel

Está diseñada por la empresa Biogents (<https://eu.biogents.com/>). Se trata de una estructura cilíndrica de tela plástica con una perforación central en la que va encajado un contenedor más pequeño, compuesto por una estructura con tapa, y al que se añade una bolsa de tela (Fig. 46). En el interior de la trampa hay un ventilador que genera corrientes de succión que simulan la respiración de los hospedadores y evita que los insectos se escapen. Cuando la trampa está conectada a una corriente de 12V, la tapa se abre como resultado del flujo de aire generado por el ventilador, lo que va a permitir la entrada de dípteros adultos. Al desconectar la trampa, la tapa se cierra y los insectos quedan retenidos en la bolsa de tela.

Se le puede añadir un cebo químico o BG-Lure compuesto por ácido láctico, amoníaco y ácidos grasos, metabolitos excretados en el sudor humano (Biogents, n.d.). Sirve para capturar mosquitos antropofílicos como *Ae. albopictus* y *Ae. aegypti*, aunque también para otros insectos de interés, como *Cx. pipiens* y *An. plumbeus* y se puede utilizar tanto en ambientes rurales como urbanos (ECDC, 2014).



Fig. 46. Trampa BG-Sentinel.

3.5.2. Trampa de luz CDC

Indicadas por los *United States Centers for Disease Control* (<https://www.johnwhock.com/products/mosquito-sandfly-traps/cdc-miniature-light-trap/>) (Fig. 47). La parte superior está compuesta por un techo de plástico negro que protege los circuitos eléctricos. En el centro se encuentra el tubo lumínico que puede ser de luz blanca o de luz UV. Debajo, hay una circunferencia de plástico que envuelve al ventilador, el cual va a succionar a todos los insectos y a través de la malla enganchada a dicha circunferencia, caerán finalmente a un recipiente en el extremo final del dispositivo. Las trampas tienen que estar conectadas a una corriente de 6V o 12V y se suelen situar a una altura aproximada de 1,5 m sobre el suelo (Fig. 47).

Debido a que su atrayente es la fuente lumínica, los momentos de mayor eficacia comprenden una hora antes del atardecer hasta una hora después, instantes en los que hay oscuridad y menos competencia con otras fuentes de luz. No se trata de trampas específicas, y en particular las de luz UV, son capaces de atraer a diversos dípteros, destacando los flebotomos, culícidos y *Culicoides*, siendo especialmente eficaz en el caso de los primeros, porque presentan fototropismo positivo (Killick-Kendrick *et al.*, 1985).

Las trampas de captura de adultos (BG-Sentinel y CDC) se colocaron en los lugares de elección, se conectaron a la corriente y se dejaron funcionando entre 24 y 48 h, y en casos excepcionales durante 72 h. En los puntos fijos se colocaron con periodicidad quincenal o mensual (Tabla 10) y puntualmente en el resto, en función de las condiciones climáticas.



Fig. 47. Trampa CDC.

3.5.3. Cronología de capturas de dípteros adultos

Año 2018

Los puntos fijos en el primer año se corresponden con el área de servicio de Guitiriz, en la que se utilizó la trampa BG-Sentinel, y con el instituto de Monforte, que se monitorizó con una trampa BG-Sentinel y otra CDC de luz UV (Tabla 11). En la Fig. 48 se mencionan el total de los muestreos realizados en el año por climas y categorías. Criterios de selección (Cfr. 3.3.1 y 3.4.2.1.).

Tabla 11. Puntos fijos durante el año 2018.					
Municipio	Clima Köppen	Tipo	GPS	Altitud (msnm)	Trampa
Guitiriz	Csb	Área de servicio	43° 11' 18.456"N, 7° 55' 38.027"W	449	BG
Monforte de Lemos	Csa	Instituto	42° 30' 42.66"N, 7° 31' 33.239"W	228	BG, CDC UV

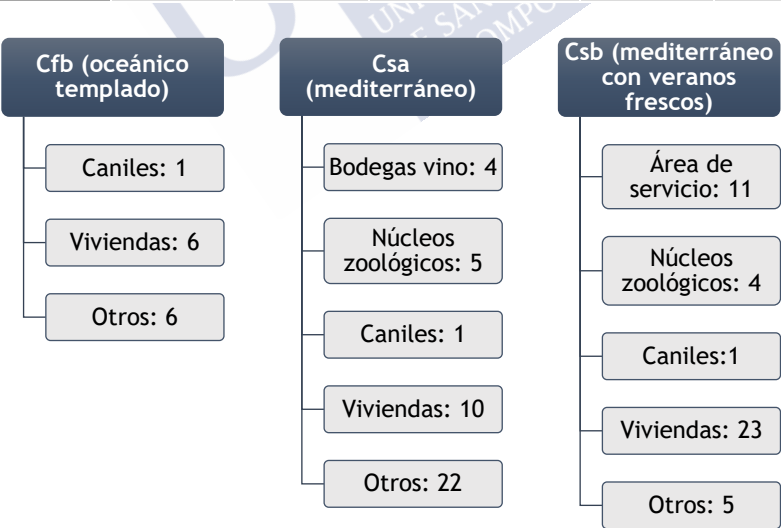


Fig. 48. Puntos de muestreo totales en las diferentes zonas climáticas.

Año 2019

Se incrementó el número de localizaciones fijas de muestreo, de modo que por un lado, se mantuvo la colaboración con el área de servicio de Guitiriz, y en Monforte se cambió el punto fijo a una granja de la zona donde se utilizó una trampa CDC de luz UV. Asimismo, en función de los datos favorables de los muestreos no periódicos del año anterior, se incluyeron la perrera municipal de A Rúa y un canil particular en Quiroga (Tabla 12). Durante este año, en la primera perrera, se alternó la colocación de las trampas BG-Sentinel y CDC luz UV en función de su disponibilidad, mientras que en la perrera de Quiroga solo se empleó la trampa CDC de luz UV.

En la Fig. 49 se muestra el total de muestreos realizados en función del clima y de las diferentes categorías. Los criterios de selección son los ya explicados (*Cfr.* 3.3.1 y 3.4.2.1.).

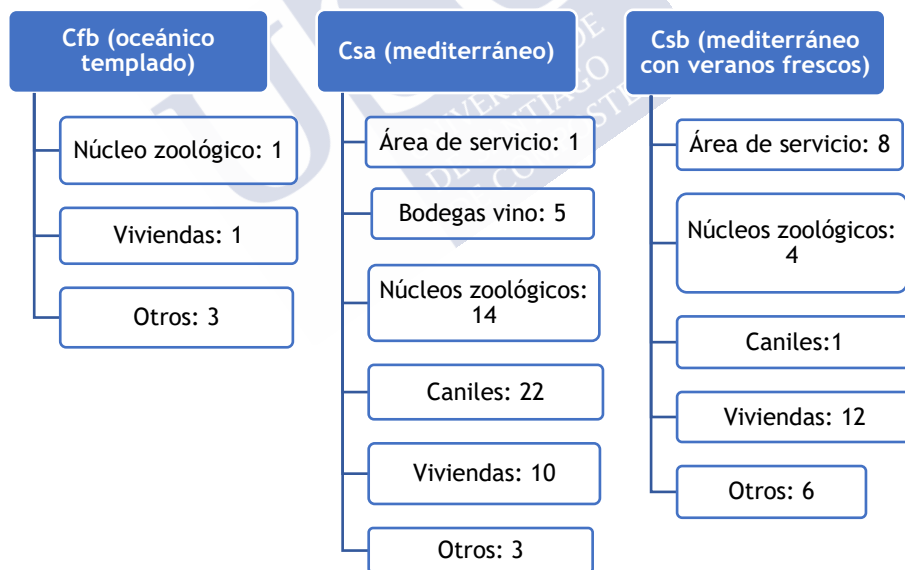


Fig. 49. Puntos de muestreo totales en las diferentes zonas climáticas.

Tabla 12. Puntos fijos durante el año 2019.

Municipio	Clima Köppen	Tipo	GPS	Altitud (msnm)	Trampa
Guitiriz	Csb	Área de servicio	43° 11' 18.456"N, 7° 55' 38.027"W	449	BG
Monforte de Lemos	Csa	Granja	42° 32' 32.107"N, 7° 31' 51.254"W	333	CDC UV
Quiroga	Csa	Canil	42° 28' 19.347"N, 7° 15' 47.829"W	449	CDC UV
A Rúa	Csa	Perrera	42° 23' 29.9502"N, 7° 8' 26.0052"W	373	CDC UV

Año 2020

Los puntos fijos fueron los mismos que en el año anterior (Tabla 13), aunque debido a la situación sanitaria, las limitaciones de desplazamiento afectaron a la periodicidad marcada para los puntos seleccionados y para los muestreos no periódicos (Fig. 50).

Tabla 13. Puntos fijos durante el año 2020.

Municipio	Clima Köppen	Tipo	GPS	Altitud (msnm)	Trampa
Guitiriz	Csb	Área de servicio	43° 11' 18.456"N, 7° 55' 38.027"W	449	BG
Monforte de Lemos	Csa	Granja	42° 32' 32.107"N, 7° 31' 51.254"W	333	CDC UV
Quiroga	Csa	Canil	42° 28' 19.347"N, 7° 15' 47.829"W	449	CDC UV
A Rúa	Csa	Perrera	42° 23' 29.9502"N, 7° 8' 26.0052"W	373	CDC UV

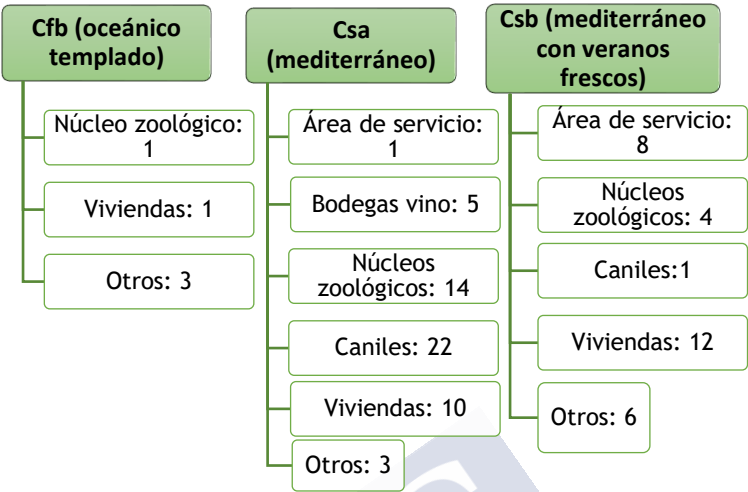


Fig. 50. Puntos de muestreo totales en las diferentes zonas climáticas.

3.6. MÉTODOS PARA LA CAPTURA DE FORMAS INMADURAS

Se emplearon los métodos recomendados por las guías del organismo *European Centre for Disease Control and Prevention* – ECDC.

3.6.1. *Dipping*

Orientado principalmente a la captura de las formas inmaduras de los culícidos, las cuales se encuentran en medios acuáticos y son fáciles de identificar a veces incluso a simple vista (Service, 1993). Este método consiste básicamente en sumergir un cazo de un volumen conocido unido a un mango para alcanzar zonas más profundas o de difícil acceso



Fig. 51. Técnica *dipping*.

(Fig. 51). En función de la profundidad a la que se sumerge el *dipper*, se podrán capturar diferentes especies (Tabla 14) (ECDC, 2014).

Tabla 14. Técnicas <i>dipping</i> .	
Técnica	Especies diana
Superficial	<i>Anopheles</i>
Sumersión completa	<i>Aedes, Culex, Culiseta</i>
Sumersión parcial	<i>Anopheles, Culex, Culiseta</i>
<i>Flow-in</i>	<i>Aedes, Culex</i>
Raspado	<i>Coquillettidia</i>

3.6.2. Ovitrapas (OV) o trampas de ovoposición

Se utilizan para la atracción de las hembras grávidas en busca de sitios para la puesta de huevos. Son estructuras sencillas que consisten en recipientes negros que se rellenan con agua y se añaden hierbas al contenido para aumentar la atracción (ECDC, 2014). Suelen presentar unas perforaciones a media altura para evitar que el agua se desborde, sobre todo en periodos de lluvia. Se suele añadir una tablilla de material poroso como por ejemplo madera, para dar



Fig. 52. Ovitrapa.

soporte a la hembra en el momento de la puesta (Fig. 52). Se trata de trampas fáciles de usar y con un coste asequible. Suelen colocarse en

zonas próximas o debajo de vegetación, y en zonas urbanas cerca de edificios.

El muestreo periódico de las fases inmaduras se realizó mediante el control de las ovitrampas en los puntos seleccionados (Tabla 10), y los muestreos puntuales se llevaron a cabo con el método *dipping*. Éstos fueron elegidos previamente en función de la hidrografía gallega; sin embargo, otros se eligieron durante las salidas de campo, por lo que la mayoría de los muestreos realizados se pueden calificar como esporádicos.

3.6.3. Cronología de capturas de formas inmaduras (culícidos)

Año 2018

Los puntos fijos en el primer año se corresponden como en el caso de los adultos, con el área de servicio de Guitiriz y un instituto en el ayuntamiento de Monforte (Tabla 15). En ambos lugares se colocaron y se revisaron quincenal/mensualmente las ovitrampas (Fig. 53).

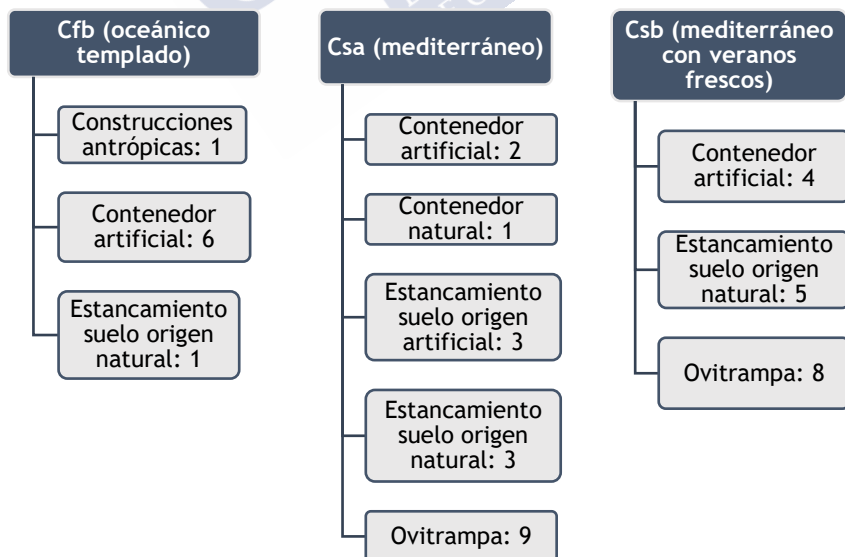


Fig. 53. Puntos de muestreo totales en las diferentes zonas climáticas.

Tabla 15. Puntos fijos durante el año 2018.					
Municipio	Clima Köppen	Tipo	GPS	Altitud (msnm)	Trampa
Guitiriz	Csb	Área de servicio	43° 11'18.456"N, 7° 55'38.027"W	449	OV
Monforte de Lemos	Csa	Instituto	42°30'42.66"N, 7°31'33.239"W	228	OV

2019

Solo se siguió monitorizando la ovitrampa colocada en el área de servicio (Fig. 54; Tabla 16).

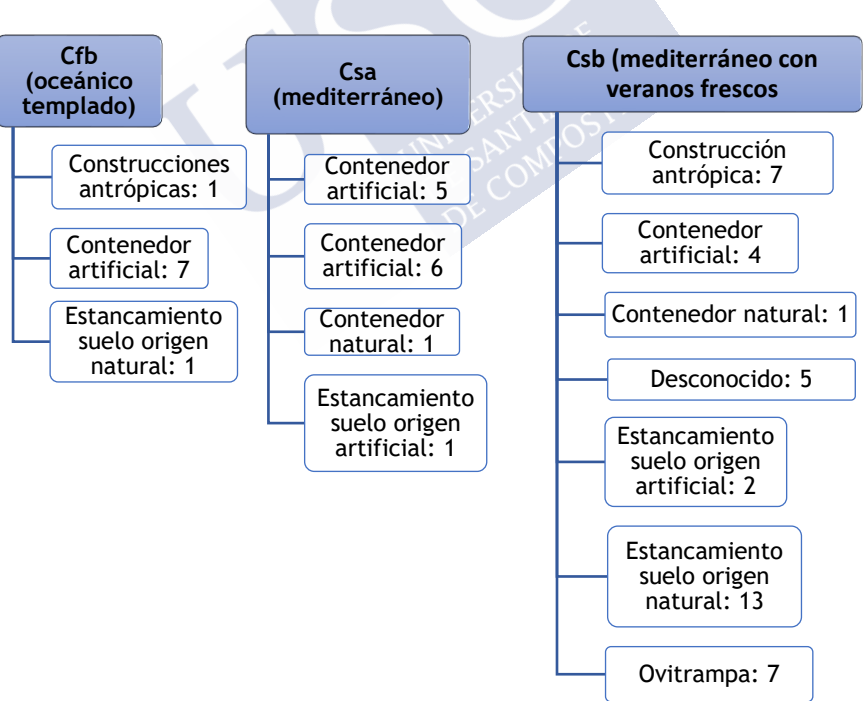


Fig. 54. Puntos de muestreo totales en las diferentes zonas climáticas.

Tabla 16. Punto fijo durante el año 2019.					
Municipio	Clima Köppen	Tipo	GPS	Alt (msnm)	Trampa
Guitiriz	Csb	Área de servicio	43° 11'18.456"N, 7° 55'38.027"W	449	OV

Año 2020

Se prosiguió con el control de la ovitrampa en Guitiriz (Fig. 55; Tabla 17), debido a la imposibilidad de realizar desplazamientos por la pandemia.

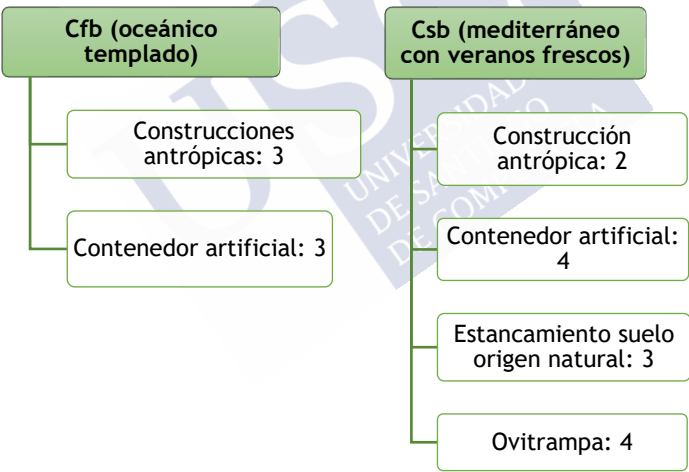


Fig. 55. Puntos de muestreo totales en las diferentes zonas climáticas.

Tabla 17. Punto fijo durante el año 2020.					
Municipio	Clima Köppen	Tipo	GPS	Altitud (msnm)	Tipo de trampa
Guitiriz	Csb	Área de servicio	43° 11'18.456"N, 7° 55'38.027"W	449	OV

3.7. RECOLECCIÓN, PROCESADO E IDENTIFICACIÓN DE LOS INSECTOS

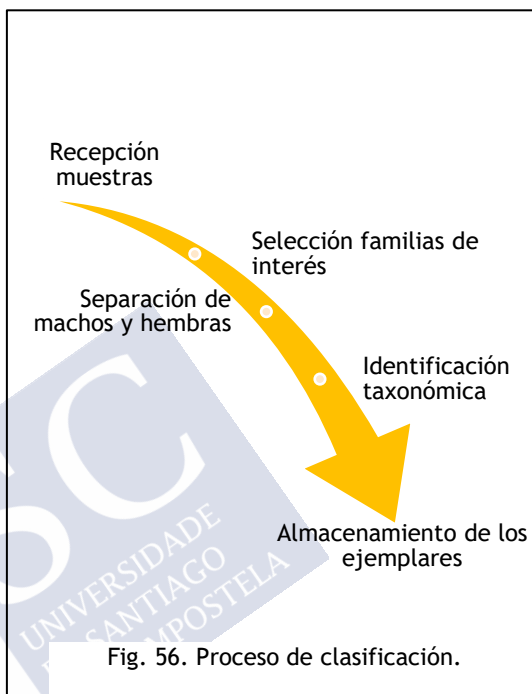
3.7.1. Adultos

Tras el tiempo de funcionamiento de las trampas, se manipularon con cuidado para evitar la salida de los insectos en caso de que aún estuvieran vivos. Los botes se etiquetaron correctamente y se transportaron lo más rápido posible al laboratorio. Una vez allí, las muestras se introdujeron directamente en el congelador.

La clasificación de los ejemplares adultos se realizó siempre en seco y bajo una lupa binocular modelo Leica EZ4D. El

primer paso fue seleccionar los individuos de interés: familias Culicidae, Psychodidae (género *Phlebotomus* y *Sergentomyia*), Ceratopogonidae (género *Culicoides*) y Simuliidae. A continuación, se procedió a separar machos y hembras (Fig. 56-57).

Para la identificación a nivel específico se utilizaron las claves taxonómicas descritas por Becker *et al.* (2010) para los mosquitos, Dantas-Torres *et al.* (2014) para los flebotomos, y González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente (2011) para los *Culicoides*. Los ejemplares de la familia Simuliidae no se identificaron.





La metodología de la identificación fue diferente en función de la familia y del género. En el caso de los flebotomos, tanto las hembras como los machos, se montaron entre porta y cubre y se utilizó el líquido de Hoyer para el aclaramiento de las estructuras de interés (*faringe* y *espermatecas* en hembras, y *terminalia* o *genitalia* en machos). La metodología seguida es una simplificación del proceso descrito por Dantas-Torre *et al.* (2014).

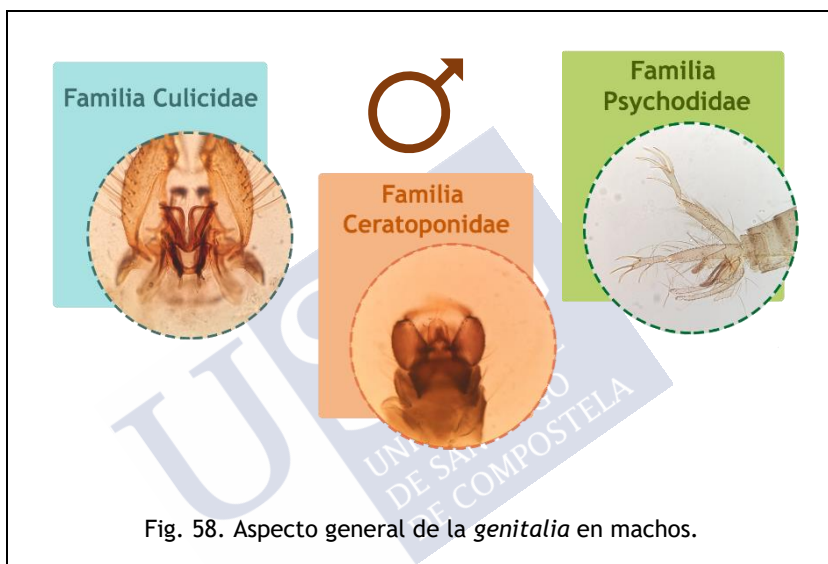


Fig. 58. Aspecto general de la *genitalia* en machos.

Dichas preparaciones se mantuvieron en estufa a 55°C durante una semana, y posteriormente se procedió a su observación en el microscopio óptico modelo Leica DM 2500.

La identificación de las hembras de culícidos se realizó simplemente analizando las estructuras de interés (*final del abdomen*, *longitud de palpos*, etc). En los machos, la genitalia se montó entre porta y cubre y se dejó aclarar con líquido de Hoyer, siguiendo el procedimiento descrito para los flebotomos (Fig. 58). Posteriormente se analizaron las estructuras de interés al microscopio.

Las hembras de *Culicoides* se identificaron atendiendo a las claves taxonómicas descritas y sobre todo prestando atención al patrón alar. Sin embargo, en algunas ocasiones también fue indispensable

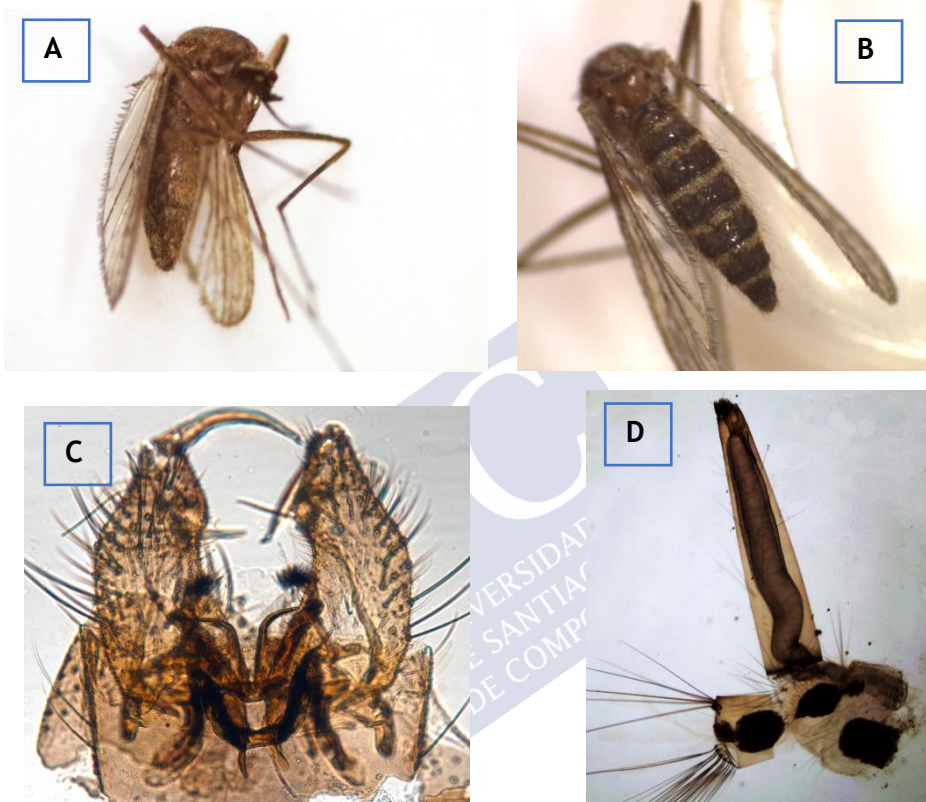
montar los ejemplares entre porta y cubre para mirar con mayor detalle algunas zonas anatómicas como palpos o espermatecas.

La genitalia de los machos también se preparó para la observación al microscopio con el objetivo de identificar a los individuos hasta nivel específico. No obstante, cuando alguna de las estructuras anatómicas indispensables para la clasificación estaba dañada o ausente, solo se llegaba a género. En caso de que esto último tampoco fuera posible, se desechaba el insecto.

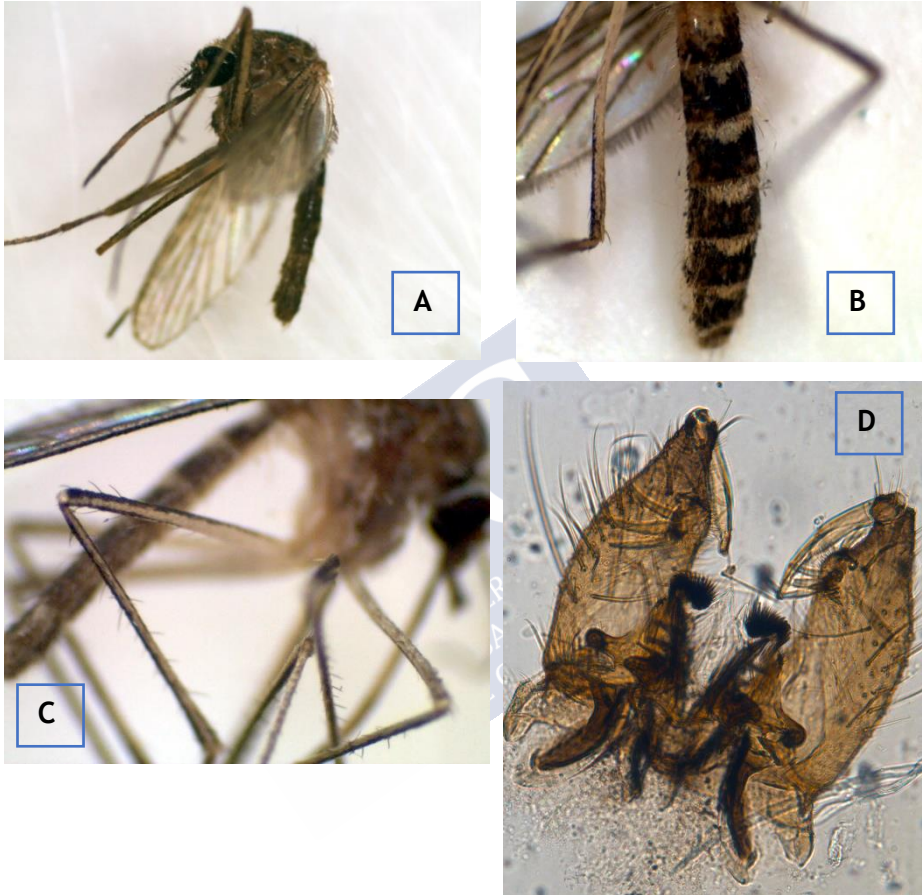
Una vez terminado el proceso taxonómico, los flebotomos y *Culicoides* se guardaron en viales con alcohol al 70%, y en seco los culícidos y simúlidos; todos ellos se almacenaron en frío. Las preparaciones entomológicas permanecieron a temperatura ambiente, selladas con esmalte para preservar las estructuras de la humedad, de acuerdo con las indicaciones recibidas durante una estancia Pre-Doctoral en la Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

En las siguientes figuras se señalan los aspectos más notables que se tuvieron en cuenta para la identificación de los dípteros.

Fig. 59. *Culex pipiens* s.l.

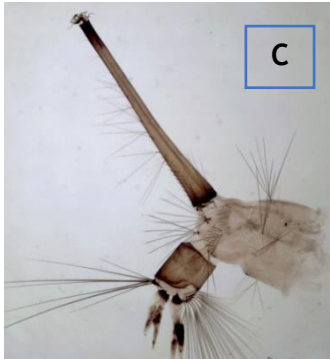
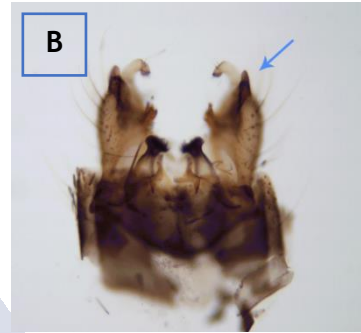


🔍 A) Vista general de una hembra 1,6x. B) Vista dorsal del abdomen 3x. 🪰 C) Morfología general de la genitalia 10x. Larva D) Morfología general del sifón 4x.

Fig. 60. *Culex theileri*

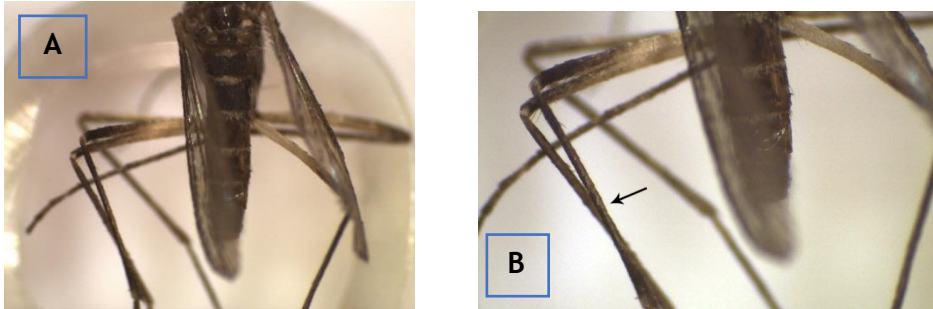
💡 **A)** Vista general de una hembra 1,6x. **B)** Vista dorsal del abdomen (terga con bandas basales en forma de triángulo invertido) 3x. **C)** Fémur y tibia del primer par de patas con una raya pálida longitudinal 3x. 🧐 **D)** Morfología general de la genitalia 10x.

Fig. 61. *Culex hortensis*



💡 A) Vista dorsal del abdomen (segmentos con bandas apicales) 2x. ♂
B) Morfología de la genitalia 4x (flecha azul: gonocoxito ancho, aplanado con un proceso esclerotizado en el ápice).
Larva C) Morfología general del sifón 4x.

Fig. 62. *Culex univittatus/perexiguus*



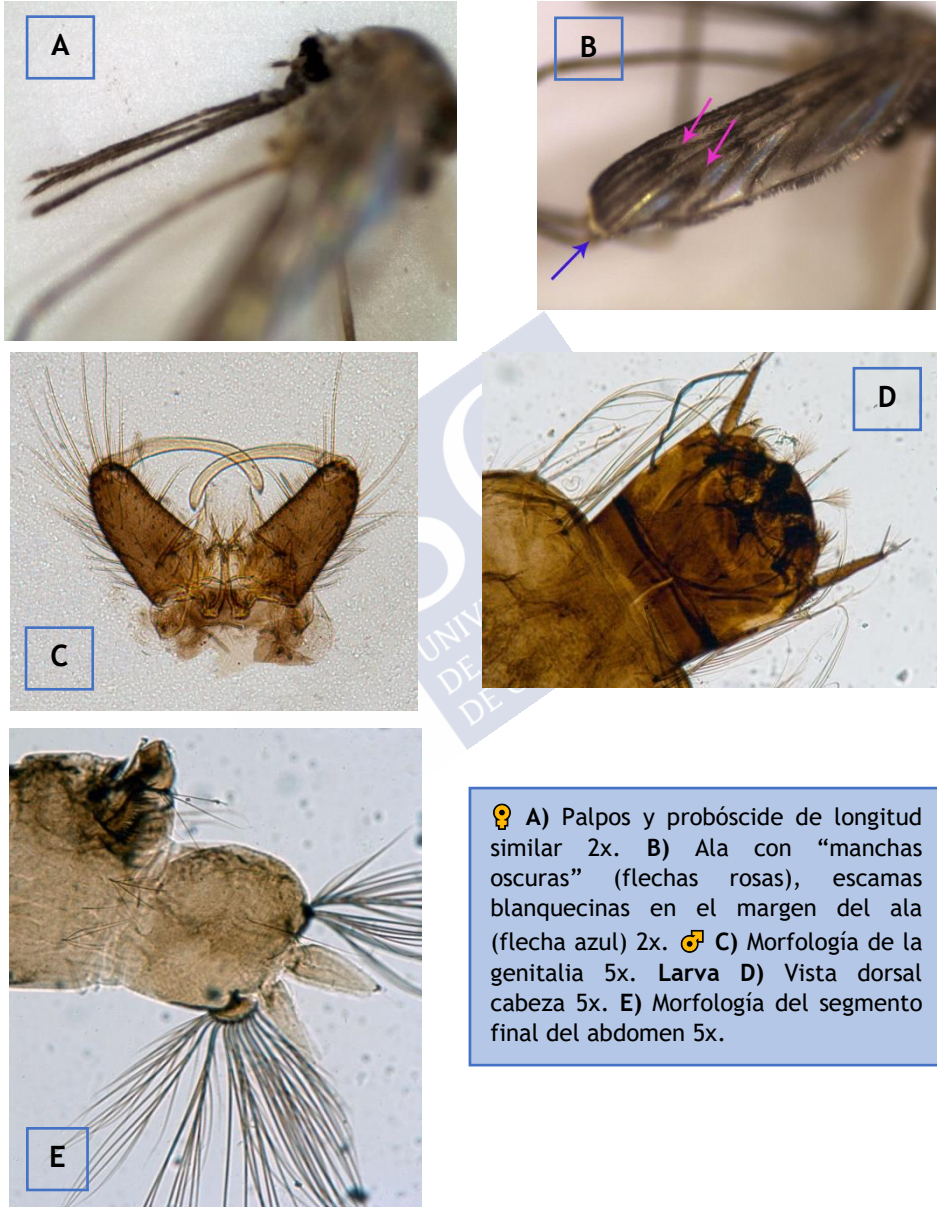
🔍 A) Vista dorsal del abdomen (segmentos con bandas basales) 2x. B) Tibia del último par de patas con una línea pálida longitudinal (flecha negra) 2,5x.

Fig. 63. *Anopheles claviger* s.l.



🔍 Morfología general de la genitalia de un adulto macho.

Fig. 64. *Anopheles maculipennis* s.l.



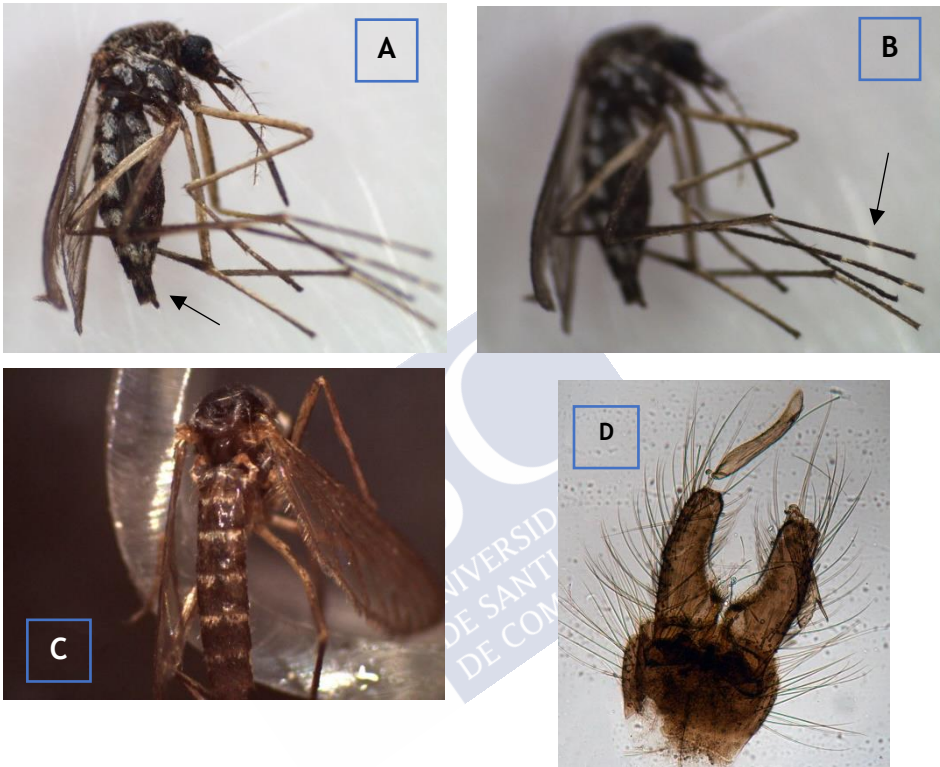
♀ A) Palpos y probóscide de longitud similar 2x. B) Ala con “manchas oscuras” (flechas rosas), escamas blanquecinas en el margen del ala (flecha azul) 2x. ♂ C) Morfología de la genitalia 5x. Larva D) Vista dorsal cabeza 5x. E) Morfología del segmento final del abdomen 5x.

Fig. 65. *Anopheles plumbeus*



💡 A) Tórax con una banda medial grisácea 1,6x. B) Vista dorsal del tórax apuntando a un parche piloso desarrollado (flecha negra) 3,5x. C) Ausencia de “manchas oscuras” en la venación alar 2,5x. Larva D) morfología general de la cabeza 5x. E) morfología general del segmento final del abdomen 5x.

Fig. 66. *Aedes vexans*



💡 **A)** Morfología general de una hembra, extremo final del abdomen en punta (flecha negra) 1,6x. **B)** Patas con anillos pálidos en la unión de los tarsos 1,6x (flecha negra). **C)** Vista dorsal del abdomen 2x. 🧐 **D)** Morfología general de la genitalia 5x.

Fig. 67. *Aedes caspius*

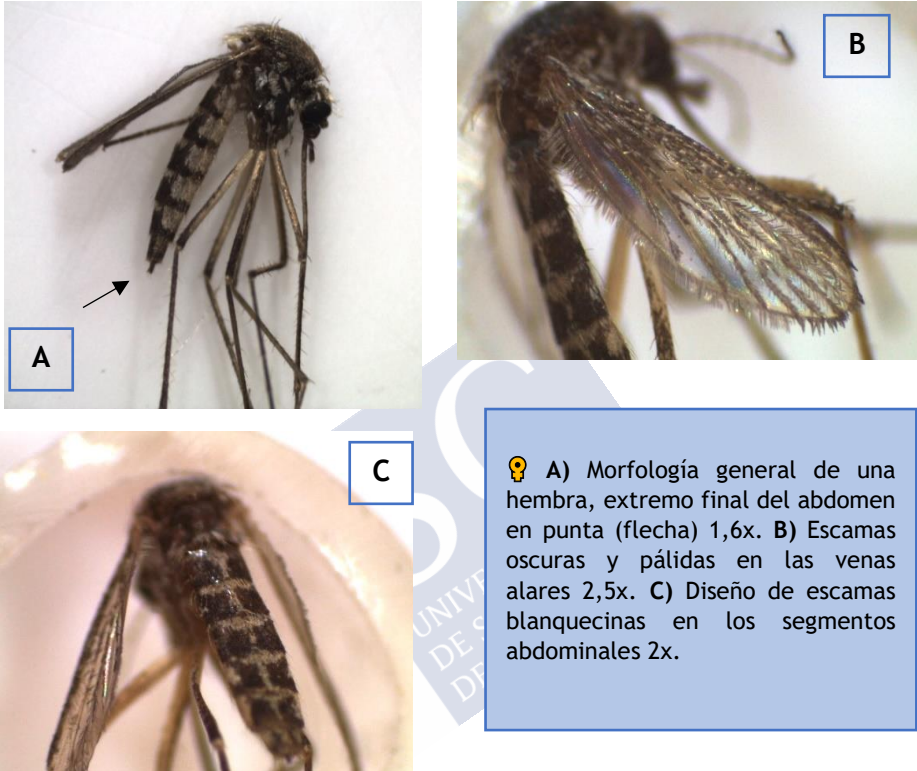


Fig. 68. *Culiseta longiareolata*

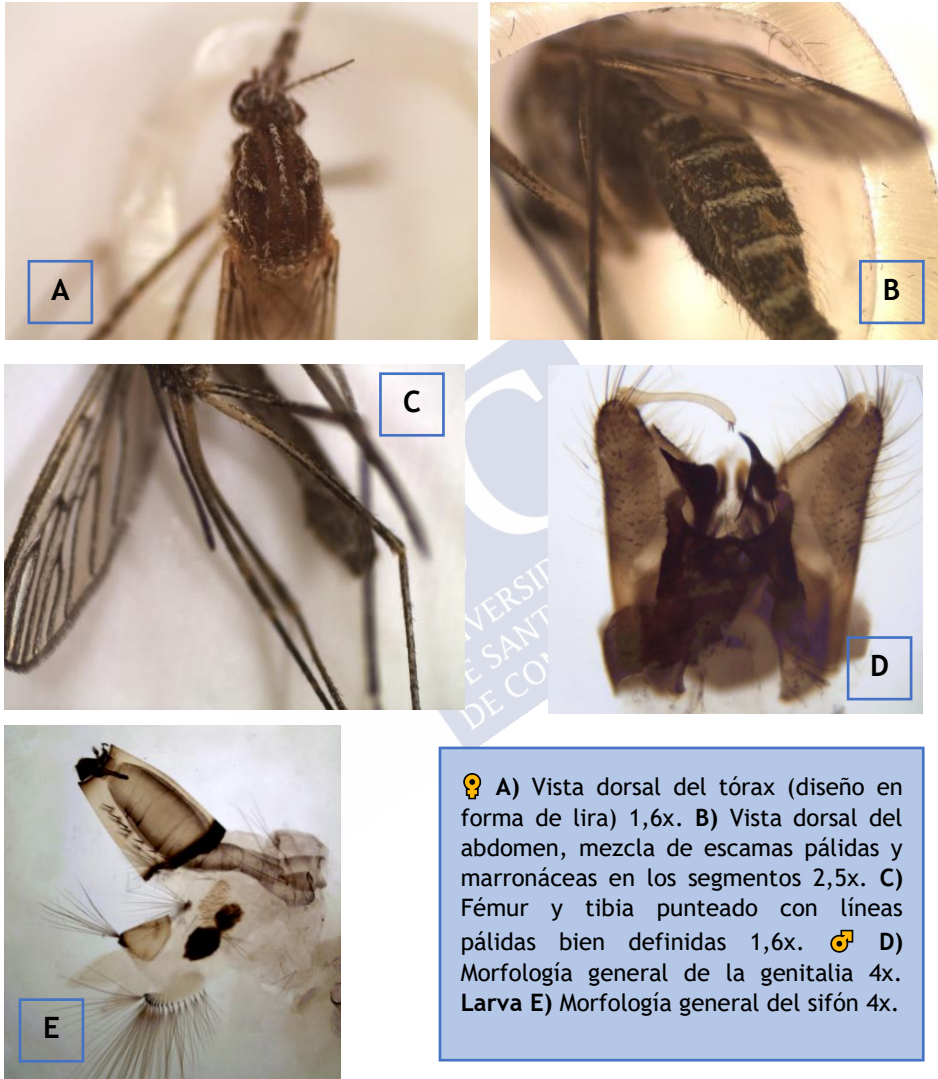
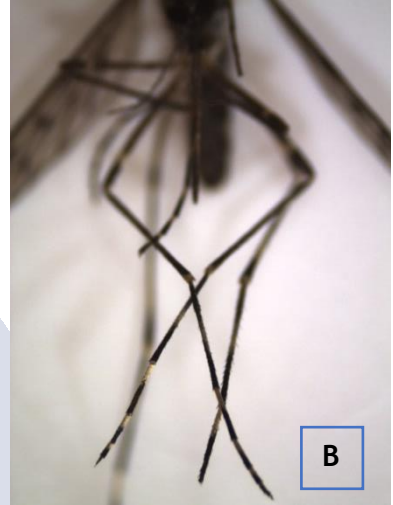


Fig. 69. *Culiseta annulata*



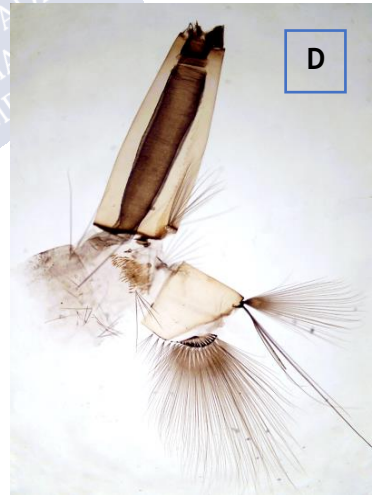
A



B



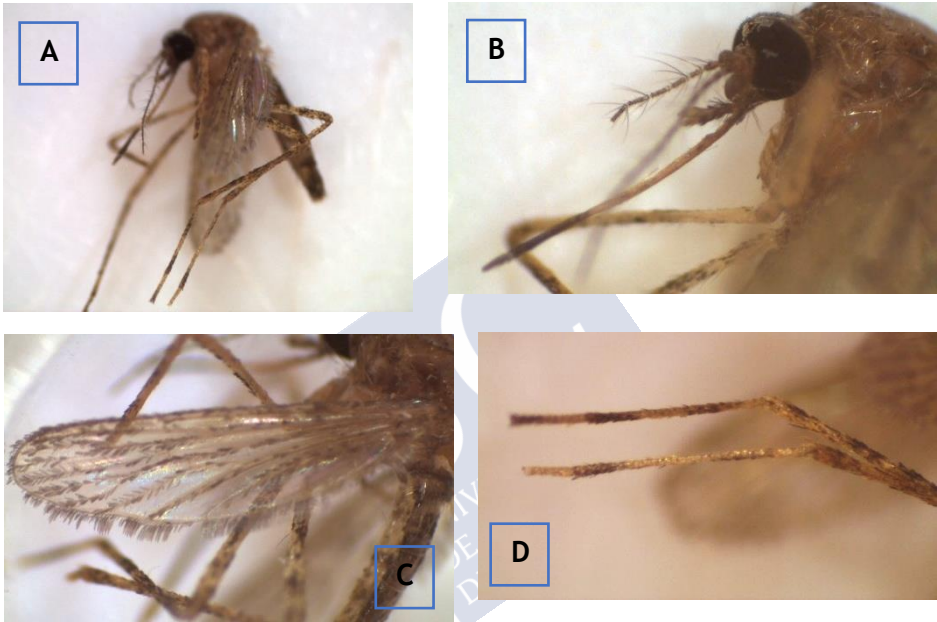
C



D

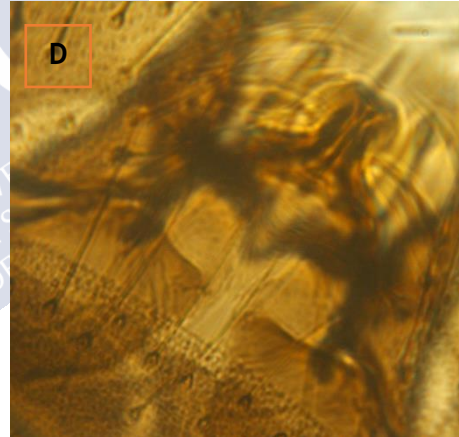
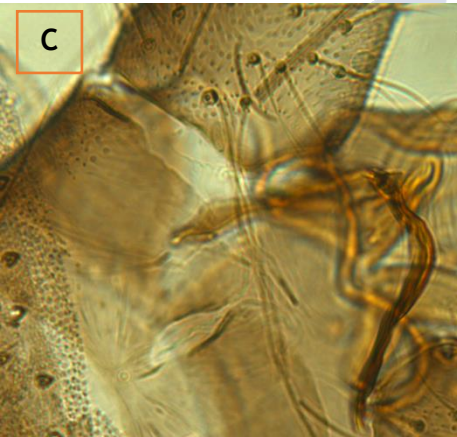
💡 A) Vista dorsal del abdomen con bandas basales 1,25x. B) Vista de los tarsos con bandas pálidas 1x. C) Vista de las manchas alares 1,6x. Larva D) Morfología general del sifón 4x.

Fig. 70. *Coquillettidia richiardii*



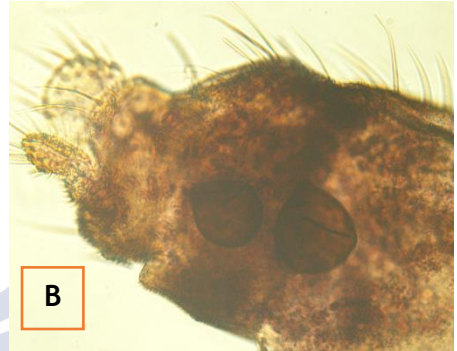
💡 A) Vista general 1,6. B) Probóscide con anillo pálido en el medio 2x. C) Alas con escamas características anchas en forma de “hoja” 2,5x. D) Tarsos con bandas pálidas 3x.

Fig. 71. *Culicoides obsoletus* s.l.



🔍 A) Morfología general de hembra 3,5x. B) Morfología de espermatecas 20x. 🧪
C) Esternito surcado parcialmente en *C. obsoletus* s.s. 40x. D) Esternito completamente surcado en *C. scoticus* 40x.

Fig. 72. *Culicoides punctatus*



♀ A) Morfología general de hembra 3,5x. B) Morfología de espermatecas 20x. C) Vista de los palpos 20x. ♂ D) Morfología general de la genitalia 10x.

Fig. 73. *Culicoides clastrieri*



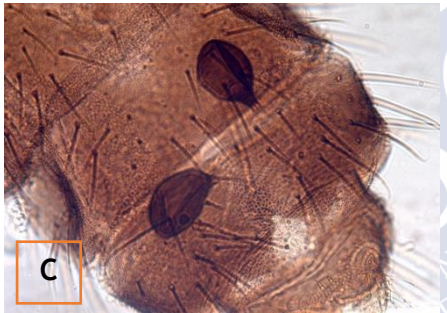
💡 Morfología del patrón alar 3,5x. Se diferencia de *C. festivipennis* principalmente por la mancha grande y larga en R5 (flecha negra).

Fig. 74. *Culicoides festivipennis*



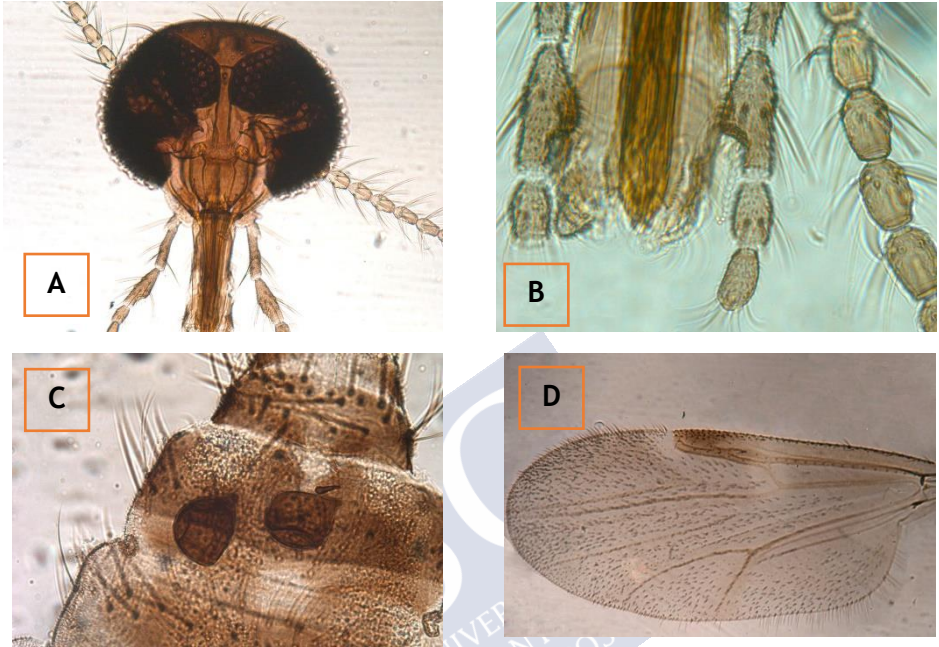
💡 Patrón alar con mancha pequeña y corta en R5 (flecha negra).

Fig. 75. *Culicoides impunctatus*



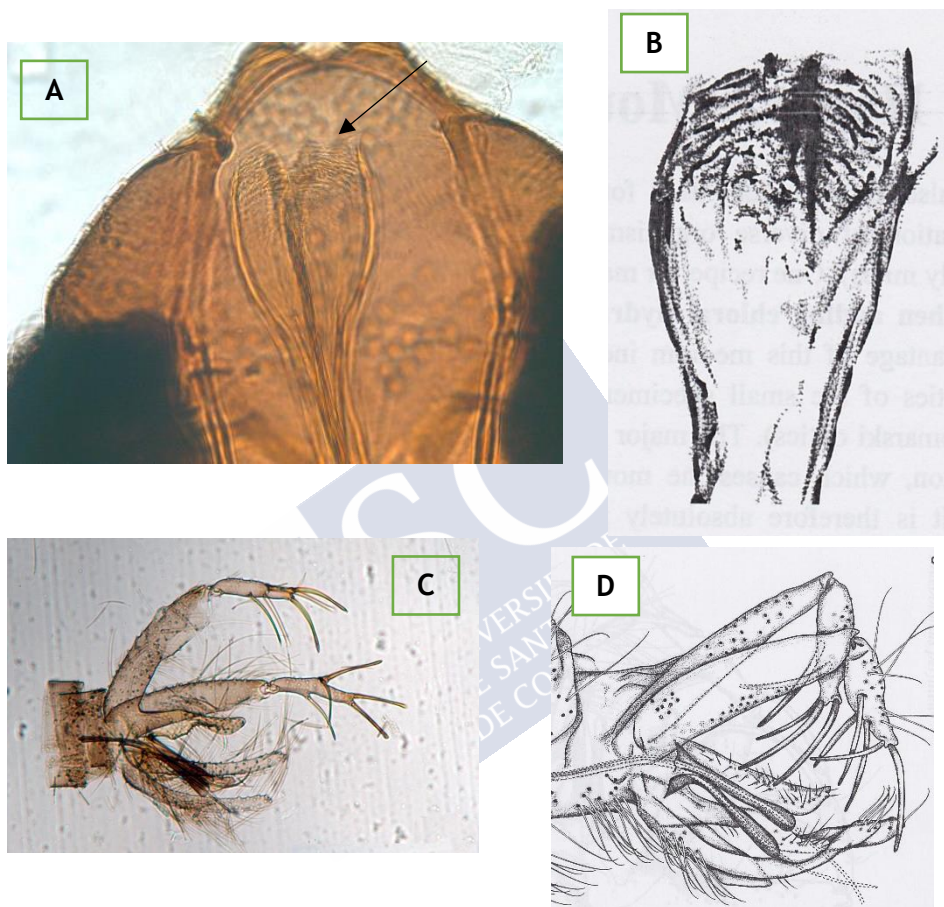
♀ A) Ojos compuestos 20x. B) Morfología general de los palpos 20x. C) Vista de las espermatecas 20x. D) Morfología alar 5x.

Fig. 76. *Culicoides kibunensis*



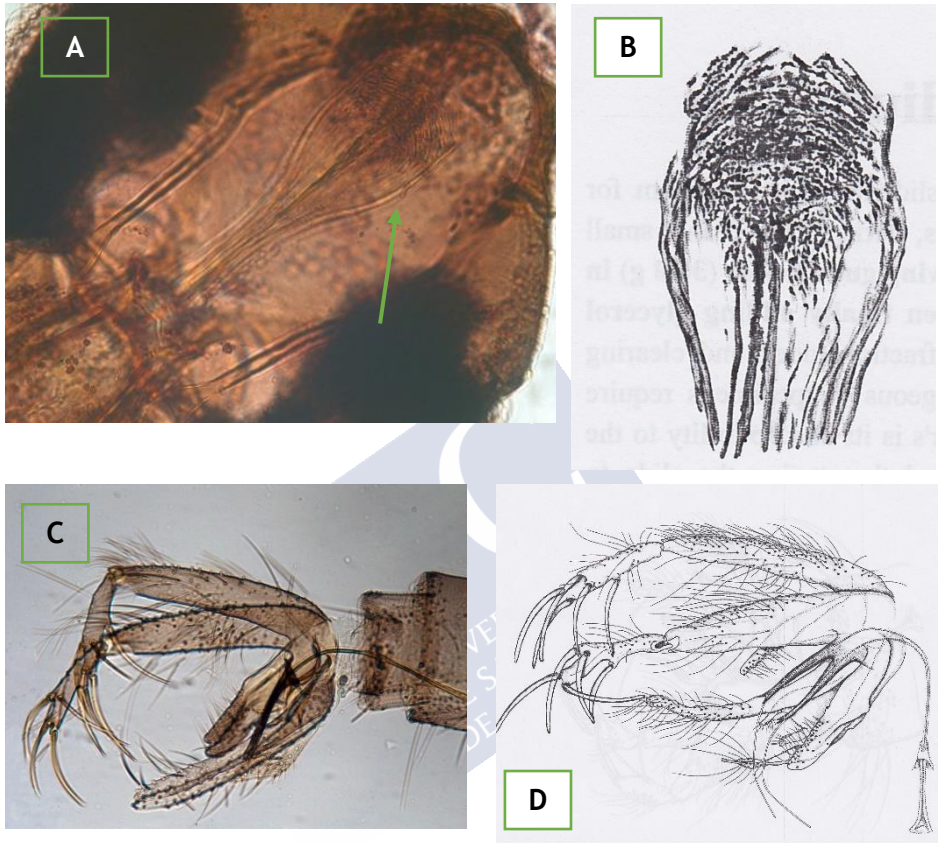
💡 A) Ojos compuestos 10x. B) Palpos maxilares 20x. C) Morfología general de las espermatecas 20x. D) Patrón alar 5x.

Fig. 77. *Phlebotomus ariasi*



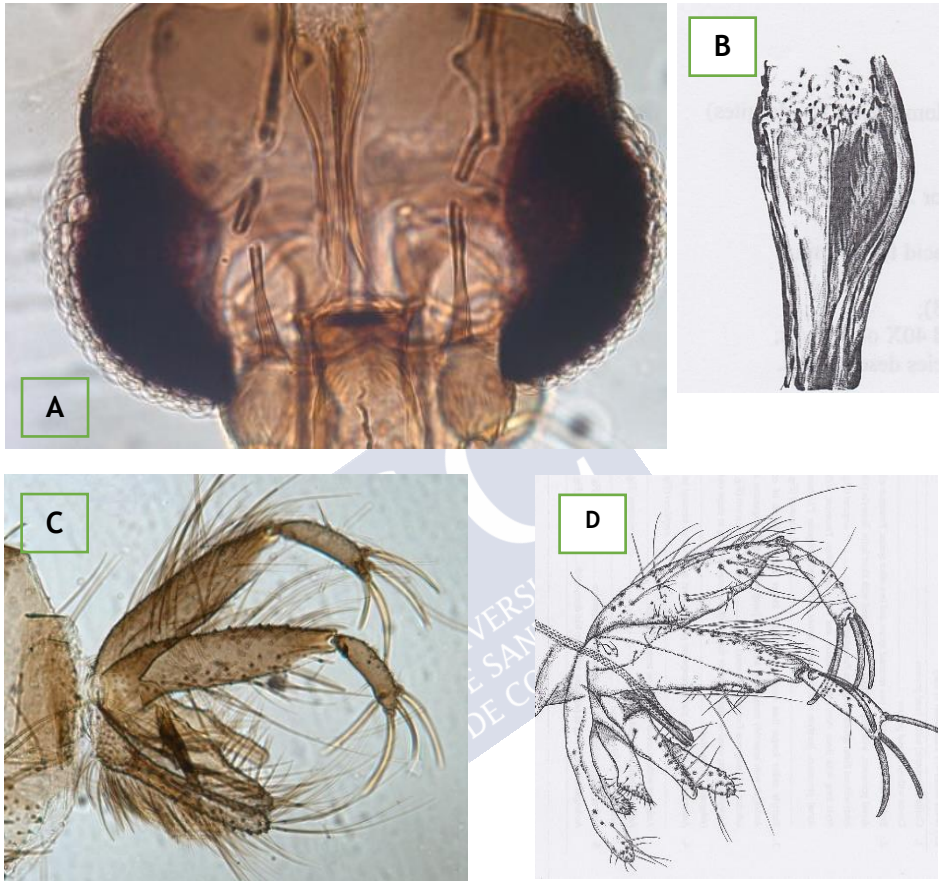
♀ A) Dientes faringe 20x. B) Dibujo faringe. Fuente: Dantas-Torre *et al.* (2014).
♂ C) Morfología general de la genitalia 5x. D) Dibujo genitalia. Fuente: Dantas-Torres *et al.* (2014).

Fig. 78. *Phlebotomus perniciosus*



♀ A) Dientes faringe (flecha verde) 20x. B) Dibujo faringe fuente: Dantas-Torre *et al.* (2014). C) ♂ Macho genitalia 5x. D) Dibujo de la genitalia fuente: Dantas-Torres *et al.* (2014).

Fig. 79. *Sergentomyia minuta*



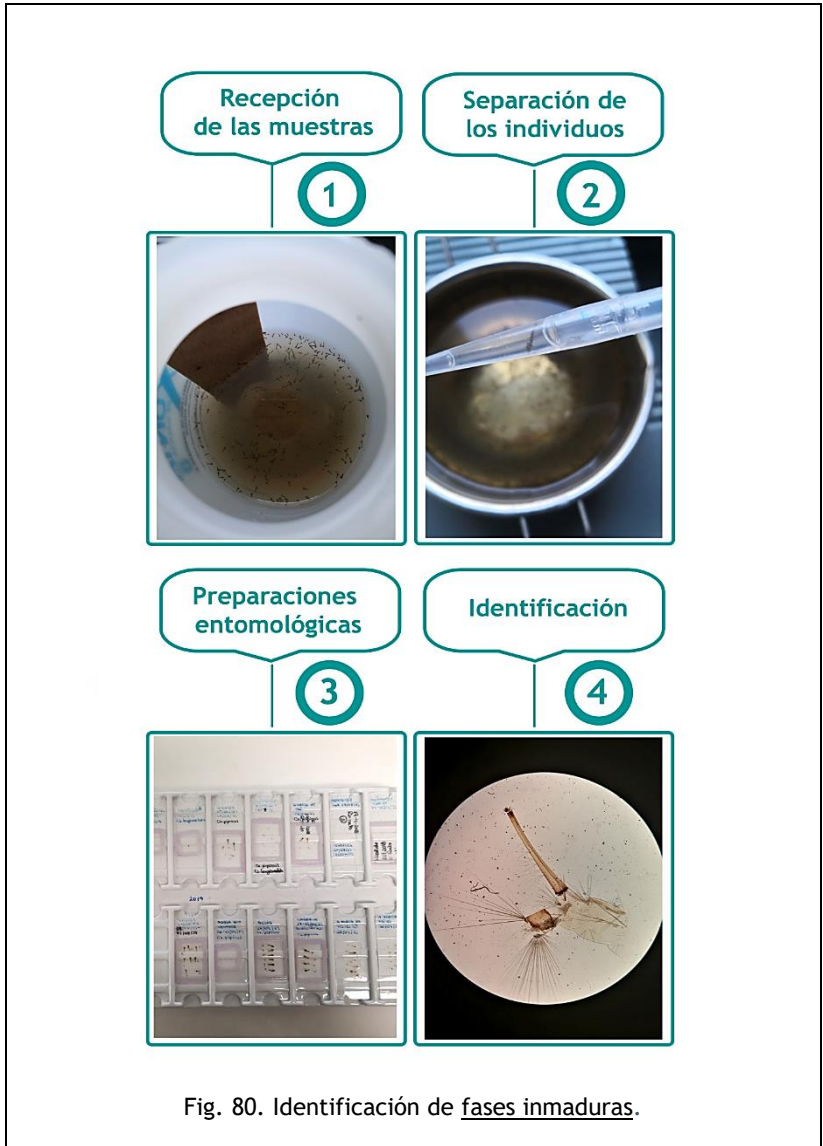
♀ A) Dientes faringe 20x. B) Dibujo faringe clave. Fuente: Dantas-Torre *et al.* (2014). ♂ C) Morfología general de la genitalia 5x. D) Dibujo genitalia. Fuente: Dantas-Torres *et al.* (2014).

3.7.2. Formas inmaduras

Las fases inmaduras recolectadas se introdujeron en un frasco de cristal correctamente identificado y se transportaron hasta el laboratorio lo antes posible. Cuando en la muestra recogida solo había estadios precoces (huevos, L1-L2), se dejaban desarrollar en el propio recipiente hasta la última fase larvaria (L4), que presenta las características taxonómicas necesarias para su identificación. En el caso de que en la muestra hubiera pupas, se dejaban emerger a los adultos para seguir con el proceso descrito en el apartado 3.7.1.

Las L4 se recogieron de manera individual mediante el uso de una pipeta y se introdujeron directamente en un vial con alcohol al 70% (Fig. 80). Se realizaron preparaciones entomológicas en las que se utilizó el líquido de Hoyer para la aclaración de las zonas de interés como el sifón respiratorio, y se siguieron las claves taxonómicas de Becker *et al.* (2010) para la asignación de género o especie. Al igual que en el caso de los adultos, si la ausencia o el mal estado de las estructuras impedía llegar a identificar la especie, se asignaba el género, y si esto tampoco era posible, se desechaba el ejemplar.

Las preparaciones entomológicas se almacenaron siguiendo lo descrito en el apartado anterior. Algunos ejemplos se pueden observar en las Figs 59, 61, 64-65, 68 y 69.



3.8. MANEJO DE LA BIBLIOGRAFÍA

Para el desarrollo de esta Tesis, se siguieron los siguientes pasos (Fig. 81). Primero, se hizo una revisión extensa sobre las diferentes familias de interés atendiendo a su papel como vectores, su ciclo vital, distribución y su relación con las condiciones climáticas. Luego, se procedió a indagar en los antecedentes en la Comunidad Autónoma Gallega. Una vez hecho esto, con los datos obtenidos durante el estudio, se ahondó en el conocimiento de todo lo relacionado con las especies capturadas y se hizo comparaciones con la bibliografía disponible tanto para Galicia como para otros territorios con condiciones similares. Finalmente, teniendo en cuenta los diferentes factores se analizó el riesgo de las ETV en Galicia combinando toda la información recopilada durante el proceso.



Fig. 81. Proceso de la búsqueda de información.

El manejo de todas las citas se estandarizó utilizando el gestor bibliográfico Mendeley, tanto en su versión Desktop como su *plugging* en los motores de búsqueda y en Word. El formato de cita empleado fue *American Psychological Association 6th Edition*.

3.9. DEDICACIÓN A LA TOMA DE MUESTRAS E IDENTIFICACIÓN DE DÍPTEROS

El tiempo empleado en los desplazamientos dependió de la distancia del destino y del número de muestreos mensuales, ya que las condiciones climáticas fueron un factor decisivo a la hora de planificar los viajes. Sin embargo, se pueden tomar como referencia los datos de las rutas hacia los puntos fijos durante el periodo de abril a noviembre (Tabla 18). En la ruta 1, con destino el área de servicio de Guitiriz, el recorrido total era de 97,8 km (1 h, 18 min). Teniendo en cuenta que se colocaba y se recogía la trampa quincenalmente (4 viajes), la distancia aproximada recorrida al mes era de 391,2 km (5 h, 12 min). En el caso de la ruta 2 con un total de 244 km (3 h, 20 min), solo se iban a recoger las muestras, por lo que el número de viajes se reducía a la mitad (2 viajes). La periodicidad fue la misma que en la ruta 1 por lo que la distancia total mensual fue de 488 km (6 h, 40 min). A esto habría que sumar el resto de los viajes asociados a los muestreos puntuales en los que habitualmente se empleaba una jornada laboral completa (8 h).

Tabla 18. Evaluación del tiempo y kilómetros (km) de las rutas periódicas.						
Ruta	Km totales	Tiempo	Nº viajes	Periodicidad	Tiempo empleado	Total km
1	97,8	1 h 18 min	x4	Quincenal	5 h 12 min	391,2
2	244	3 h 20 min	x2	Quincenal	6 h 40 min	488

En cuanto al tiempo invertido en la identificación, varió en función del número de insectos de interés recogidos en cada muestra. Por norma general, el proceso era más ágil cuando solo se necesitaba observar la morfología a la lupa, sin necesidad de montar preparaciones entomológicas. La ECDC hizo una estimación de los días de trabajo en el laboratorio y su coste con relación a los mosquitos, estableciendo un número de 25 días y 200 euros para las larvas, y 50 días y 400 euros para los adultos.

4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN





4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

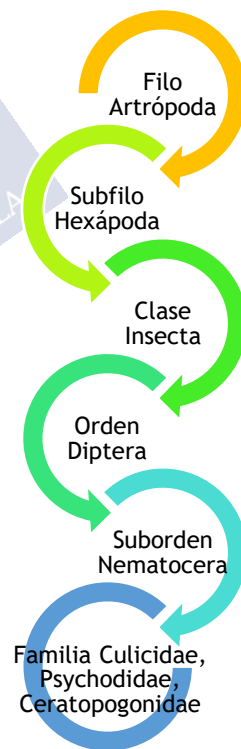
4.1. ANÁLISIS FAUNÍSTICO

En los 366 muestreos realizados, (142 en 2018, 141 en 2019 y 83 en 2020), se capturaron un total de 3021 individuos entre adultos (84%) y larvas (14%).

El 68% de los adultos pertenecieron a la familia Culicidae, el 6% a la familia Psychodidae (subfamilia Phlebotominae), el 26% a la Ceratopogonidae y 7 ejemplares a la familia Simuliidae.

Se identificaron un total de 23 especies. En la Tabla 19 se detallan las 12 especies identificadas de la familia Culicidae, 8 de la familia Ceratopogonidae (Tabla 30) y 3 de la subfamilia Phlebotominae (Tabla 33). No se llegó a conocer la especie de los 7 ejemplares de simúlidos.

La cantidad de especies identificadas varió en todas las familias de interés, las Figs. 83, 84, 103 y 110 representan la diversidad para cada una.



4.2. FAMILIA CULICIDAE

Tabla 19. Taxonomía familia Culicidae.						
SUBFAMILIA	ANOPHELINEAE	GÉNERO	<i>Anopheles</i> Meigen, 1818	SUBGÉNERO	<i>Anopheles</i> Meigen, 1818	<i>An. (Anopheles)</i> <i>maculipennis</i> s.l
						<i>An. (An.) plumbeus</i> Stephens, 1828
						<i>An. (An.) claviger</i> s.l.
	CULICINAE		<i>Aedes</i> Meigen, 1818		<i>Aedimorphus</i> Theobald, 1903	<i>Ae. (Adm.) vexans</i> (Meigen, 1830)
					<i>Ochlerotatus</i> Lynch Arribalzaga, 1891	<i>Ae. (Och.) caspius</i> (Pallas, 1771)
					<i>Coquillettidia</i> Dyar, 1905	<i>Cq. (Cq.) richiardii</i> (Ficalbi, 1889)
			<i>Culex</i> Linnaeus, 1758		<i>Culex</i> Linnaeus, 1758	<i>Cx. (Cx.) pipiens</i> Linnaeus, 1758
						<i>Cx. (Cux).</i> <i>univittatus</i> / <i>Cx.</i> <i>(Cx.) perexiguus</i> Theobald, 1903
						<i>Cx. (Cx.) theileri</i> Theobald, 1903
					<i>Maillotia</i> Theobald, 1907	<i>Cx. (Mai.) hortensis</i> Ficalbi, 1889
			<i>Culiseta</i> Felt,1904		<i>Allotheobaldia</i> Broelemann, 1919	<i>Cs. (All.)</i> <i>longiareolata</i> (Macquart, 1838)
					<i>Culiseta</i> Felt, 1904	<i>Cs. (Cs.) annulata</i> (Schrank, 1776)

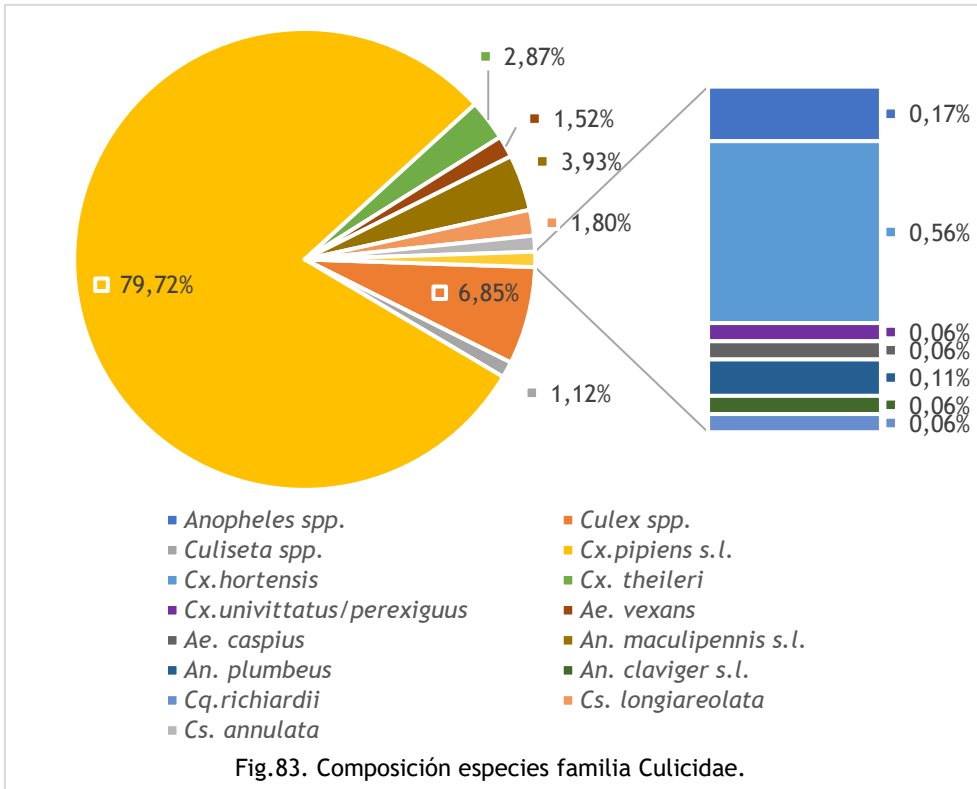
4.2.1. Adultos

El culícido más abundante fue *Cx. pipiens s.l* (Fig. 82), seguido del complejo *Maculipennis* y *Cx. theileri*. El resto de las especies (*Ae. vexans*, *Cs. longiareolata*, *Cs. annulata*, *Cx. hortensis* y *An. plumbeus*) representaron porcentajes menores. Puntualmente se capturaron ejemplares de *Cx. univitattus/Cx. perexiguus*, *Ae. caspius*, *An. claviger* y *Cq. richiardii* (Fig. 83).



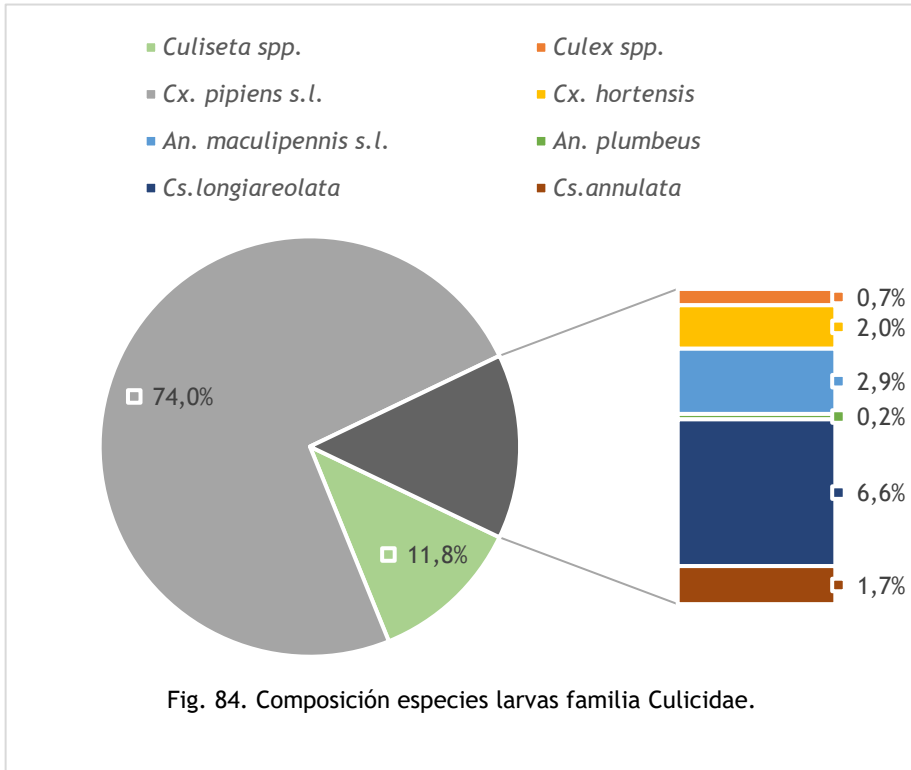
Fig. 82. Captura de *Cx. pipiens s.l.* en una trampa (izquierda), ejemplar de la especie (derecha).

En el presente estudio, *An. maculipennis*, *An. claviger* y *Cx. pipiens* se consideraron como complejos. Por otro lado, el subgrupo *Univitattus* incluye a *Cx. univitattus* y *Cx. perexiguus*, especies muy similares entre sí y muchas veces diferenciadas solo por la distribución geográfica (Mixão *et al.*, 2016). Ambas especies están catalogadas en España (Bueno-Marí *et al.*, 2012), y a falta de pruebas moleculares, se consideró como *Cx. univitattus/Cx. perexiguus*. Estas 12 especies, suponen el 19% de las especies catalogadas en el territorio español (Bueno-Marí *et al.*, 2012).



4.2.2. Larvas

Solo se obtuvieron ejemplares inmaduros de la familia Culicidae (Fig. 84). Al igual que en el caso de los adultos, la mayoría de las capturas pertenecieron a *Cx. pipiens s.l.*, y la segunda especie más abundante fue *Cs. longiareolata*. Ambas se encontraron en gran variedad de hábitats acuáticos. Aunque en porcentajes menores, también se clasificaron larvas de *An. maculipennis s.l.*, *Cs. annulata*, *Cx hortensis* y *An. plumbeus*.



Estos resultados concuerdan en gran medida con lo descrito por Bueno-Marí *et al.* (2012) y con los informes del ReGaViVec, por lo que se considera que todas las especies forman parte de la fauna autóctona del territorio. Destaca la captura del adulto perteneciente a la especie *Cx. univittatus/Cx. perexiguus*, descrita por primera vez en la Comunidad Autónoma.

4.2.3. Distribución de las especies

En los siguientes mapas (Fig. 85) se representa la distribución de las especies capturadas en el territorio gallego. Aunque la mayoría ya habían sido descritas, se actualiza la distribución de algunas como *An. claviger s.l.*, *Ae. vexans*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* y *An. plumbeus* (Bueno-Marí *et al.*, 2012; Martínez-Barciela *et al.*, 2020) (Fig. 85). Además, se citan por primera vez *Cx. univittatus*/*Cx. perexiguus* y *Cq. richiardi* (Fig. 86).

En las zonas con clima tipo **Csa** (mediterráneo) se encontraron 11 de las 12 especies, en las de tipo **Csb** (mediterráneo con veranos frescos) 7 y en las **Cfb** (oceánico templado) 3; por lo que se puede considerar que la zona **Csa** en el presente estudio mostró mayor diversidad de culícidos.

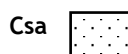
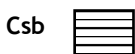
Legenda:

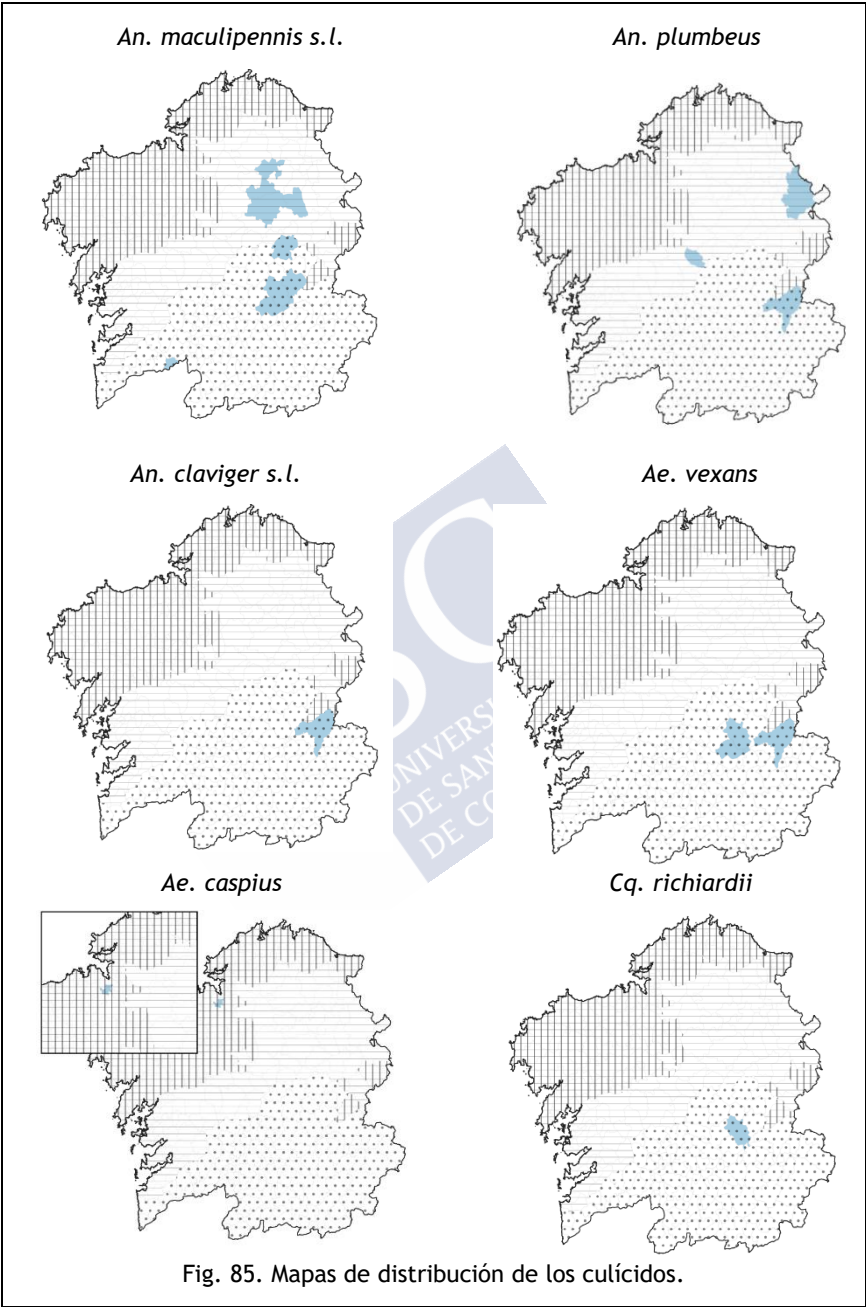
□ C: Climas templados y húmedos (meses más fríos t^a 0-18°C)

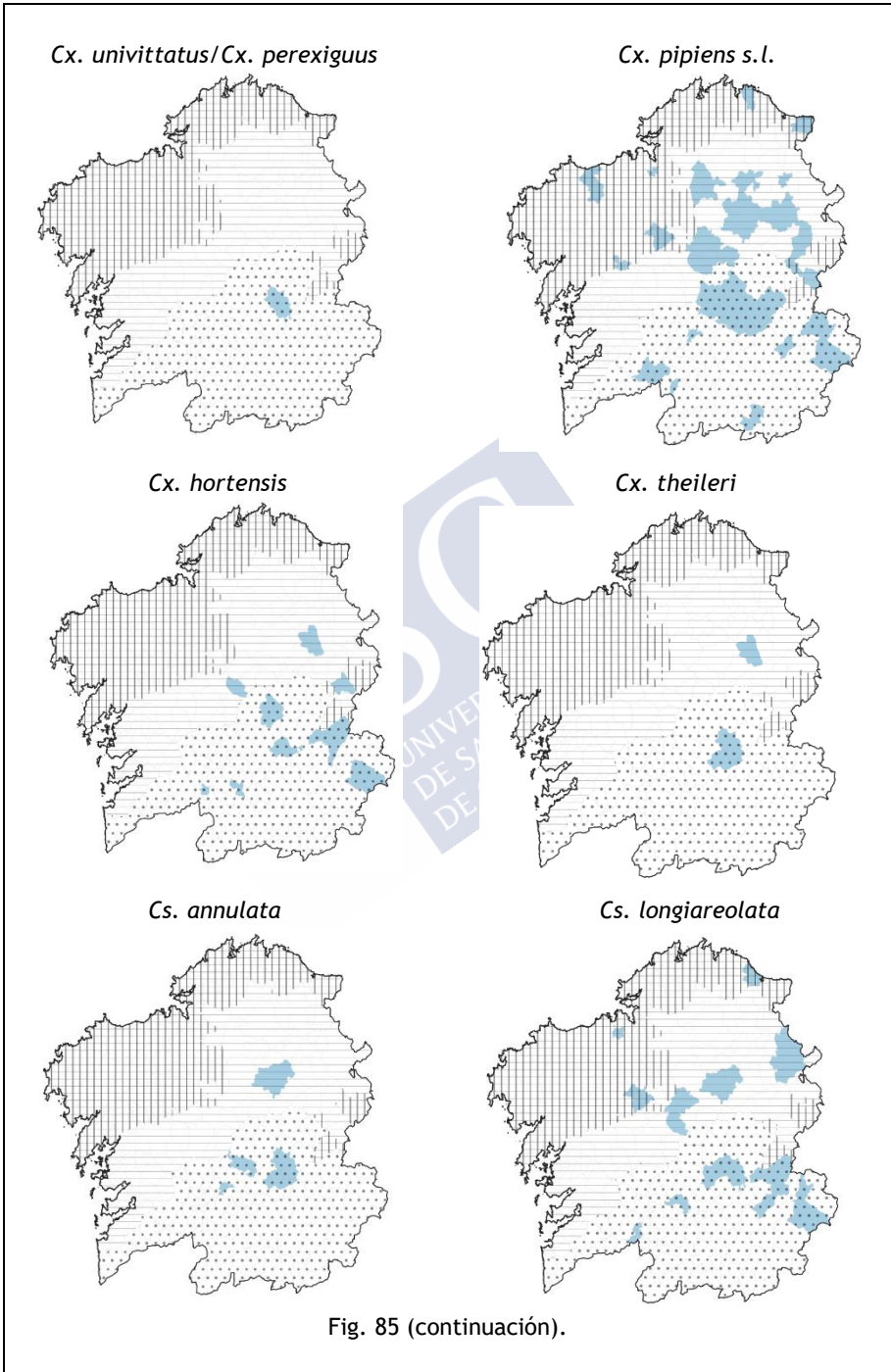
- f: lluvia todo el año
- s: veranos secos → valor precipitación mes más seco < a 1/3 del mes más húmedo en invierno y a su vez < 40 mm.

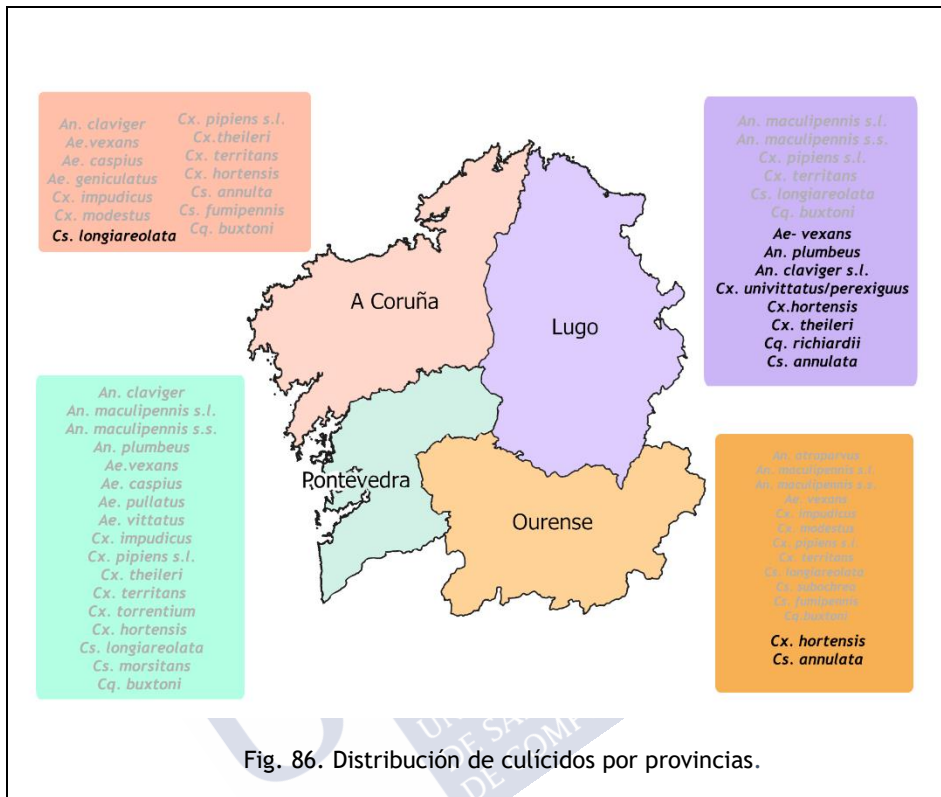
❖ a: t^a media mes más caluroso > 22°C.

❖ b: media del mes más cálido: $\leq 22^\circ\text{C}$ y al menos durante 10 meses al año $t^a > 10^\circ\text{C}$.



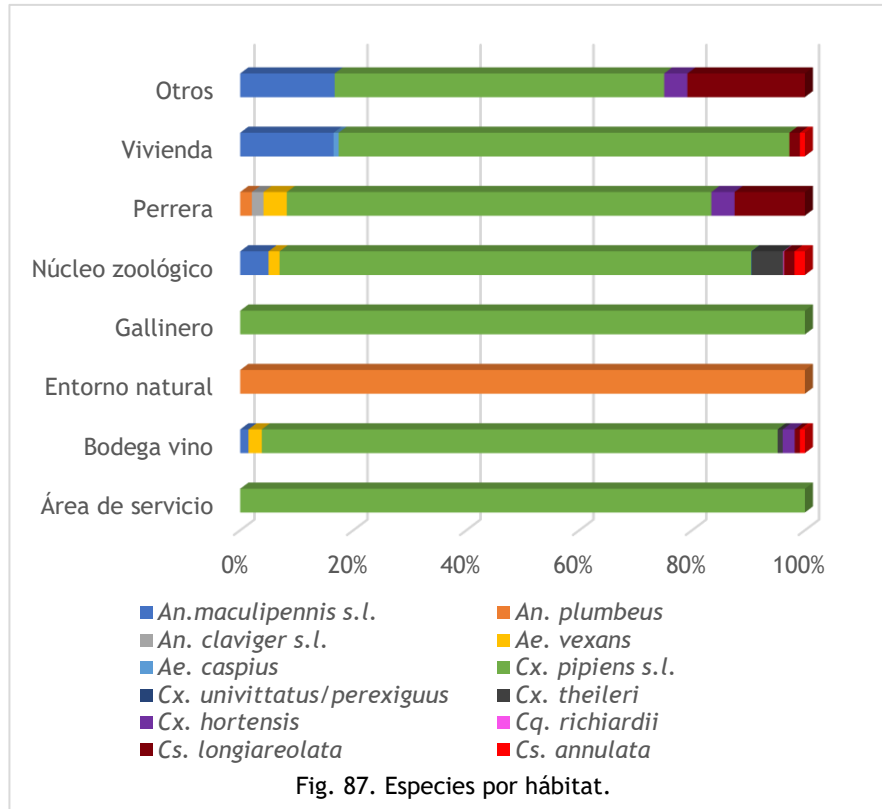






4.2.4. Abundancia de adultos por hábitat

La abundancia relativa de los adultos capturados varió en función de los hábitats de muestreo (Fig. 87). En las bodegas de vino, los núcleos zoológicos y las perreras, se encontró mayor diversidad de especies que en el resto de los puntos de muestreo.



Los hábitats se dividieron conforme la predominancia de hospedadores animales (gallineros, perreras, núcleos zoológicos y entornos naturales) o humanos (área de servicio, viviendas, bodegas de vino y otros locales). Teniendo en cuenta esta circunstancia, y a excepción de la categoría “entorno natural”, el resto tenían en común que la especie más abundante es *Cx. pipiens s.l.* (Tabla 20).

Tabla 20. Ambientes con predominancia de hospedadores animales.

Abundancia	Especies	Gallinero	Perreras	Núcleos zoológicos	Entorno natural
Más abundantes	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	100%	62,1%	76,6%	-
	<i>Cx. theileri</i>	-	-	5,6%	-
	<i>An. maculipennis s.l.</i>	-	-	4,6%	-
	<i>An. plumbeus</i>	-	-	-	100%
	<i>Cs. longiareolata</i>	-	10,3%	-	-
Menos abundantes	<i>Ae. vexans</i>	-	3,4%	1,8%	-
	<i>Cs. longiareolata</i>	-	-	1,7%	-
	<i>Cs. annulata</i>	-	-	1,7%	-
	<i>Cq. richiardii</i>	-	-	0,11%	-
	<i>Cx. uni/perex</i>	-	-	0,11%	-
	<i>Cx. hortensis</i>	-	3,4%	-	-
	<i>An. plumbeus</i>	-	1,7%	-	-
	<i>An. claviger s.l.</i>	-	1,7%	-	-

En núcleos zoológicos del sur de la península ibérica, Sánchez-Murillo *et al.* (2014) también observaron que el género *Culex* era el más abundante y en Portugal, Almeida *et al.* (2008) detectaron que el 27% de las capturas se correspondían con *Cx. pipiens s.l.* Lo mismo sucede en otros países de Europa, con climas diferentes (Möhlmann *et al.*, 2017; Heym *et al.*, 2018) (Tabla 21).

Tabla 21. Culícidos más abundantes en núcleos zoológicos.

Zona geográfica	Clasificación Köppen	Culícidos más abundantes	Citas
Sur de España	Csa	Género <i>Culex</i>	Sánchez-Murillo <i>et al.</i> , 2014
Portugal	Csa/Csb	<i>Cx. pipiens</i> s.l. (27%)	Almeida <i>et al.</i> , 2008
Italia	Csa	<i>Cx. pipiens</i> s.l. (56%)	
Países Bajos	Cfb	<i>Cx. pipiens</i> s.l. (53%)	Möhlmann <i>et al.</i> , 2017
Suecia	Cfb/Dfb/Dfc	Complejo <i>Maculipennis</i> (44%) <i>Cx. pipiens</i> s.l. (19%)	
Alemania	Cfb/Dfb/Dfc	Complejo <i>Maculipennis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	Heym <i>et al.</i> , 2018

Aunque en las perreras se comprobó mayor diversidad de culícidos, la mayoría pertenecían a *Cx. pipiens* s.l., hallazgo que concuerda con lo encontrado por González *et al.* (2020) en perreras del norte de España. Resulta llamativa la aparición de las especies arborícolas *An. plumbeus* y *An. claviger* s.l.

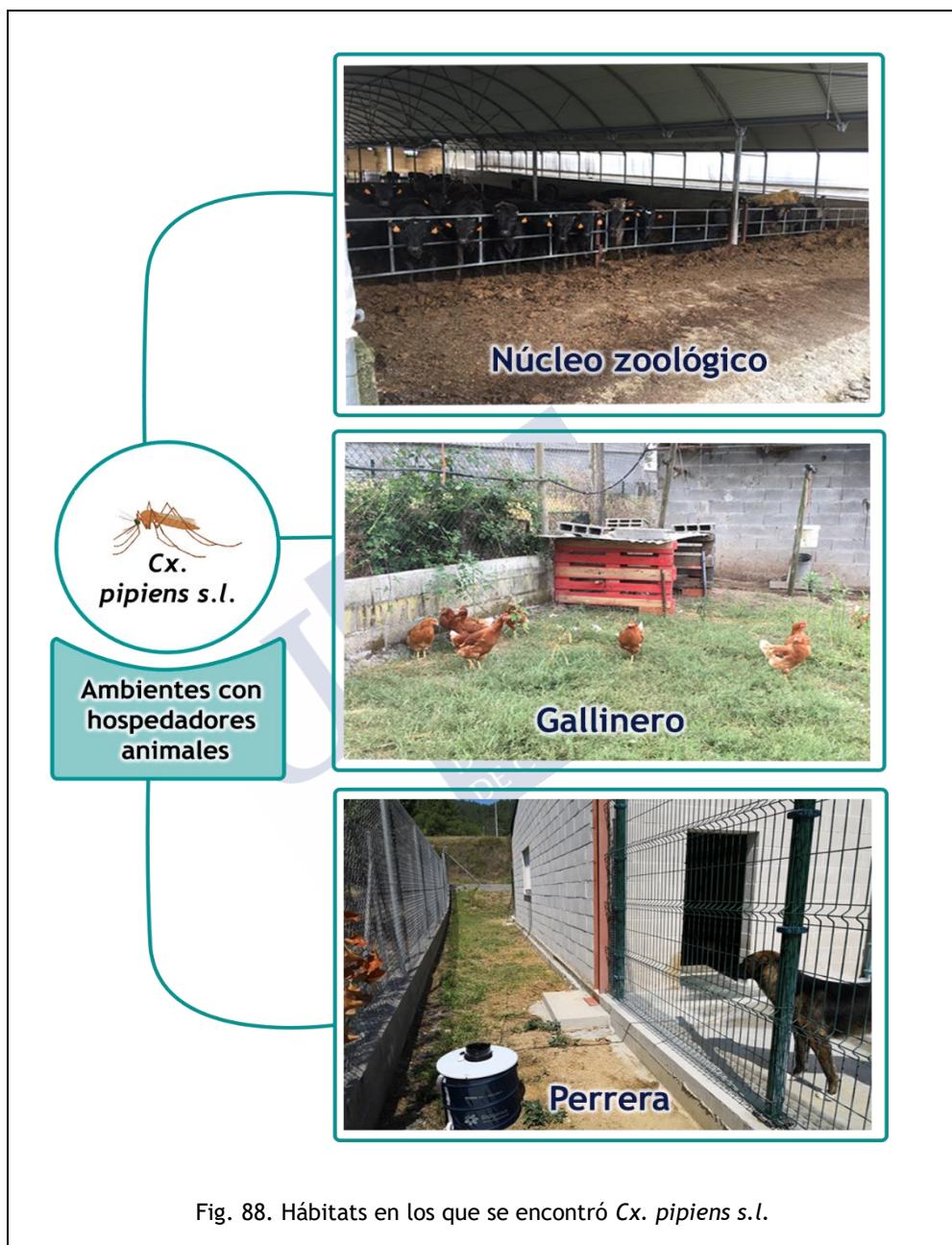
En la Tabla 22 se detallan las especies que con mayor frecuencia se capturaron en ambientes próximos a humanos. En todos ellos destaca la presencia de *Cx. pipiens* s.l. En las viviendas, *An. maculipennis* s.l. también representa un porcentaje importante (15%), y en “otros locales”, *Cs. longiareolata* fue la segunda especie más abundante.

En las bodegas de vino se detectaron ejemplares de *Ae. vexans*, *Cx. hortensis*, *An. maculipennis* s.l., *Cx. theileri*, *Cs. longiareolata* y *Cs. annulata*. No se encontró ningún estudio que relacionase la presencia de culícidos con zonas de cultivo vitinícola, por lo que no se pueden comparar estos resultados.

Tabla 22. Ambientes con predominancia de hospedadores humanos.

Abundancia	Especies	Área de servicio	Bodega	Vivienda	Otros locales
Más abundantes	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	98%	81,4%	72,5%	53,8%
	<i>Cs. longiareolata</i>	-	-	-	19,2%
	<i>An. maculipennis s.l.</i>	-	-	15%	15,4%
Menos abundantes	<i>Ae. vexans</i>	-	2,1%	-	-
	<i>Cx. hortensis</i>	-	1,9%	-	3,8%
	<i>An. maculipennis s.l.</i>	-	1,3%	-	-
	<i>Cx. theileri</i>	-	0,8%	-	-
	<i>Cs. longiareolata</i>	-	0,8%	1,7%	-
	<i>Cs. annulata</i>	-	0,8%	0,8%	-
	<i>Ae. caspius</i>	-	-	0,8%	-

Al analizar en conjunto la abundancia de las especies teniendo en cuenta los distintos hábitats y climas, *Cx. pipiens s.l.* fue la especie mayoritaria. Tal afirmación se hace en base a su detección en siete de los ocho hábitats clasificados (Figs. 88-89), lo que significa una presencia en el 87,5% de los muestreos, y a su amplia distribución en zonas climáticas **Csa** (mediterráneo), **Csb** (mediterráneo con veranos frescos) y **Cfb** (oceánico templado) (Fig. 85). Estos datos coinciden con la abundancia (80%) y amplia distribución denunciada durante la campaña de WNV en Galicia (Sanidade Animal, 2012). Su éxito se debe a la gran capacidad que tiene para adaptarse a ámbitos urbanos, periurbanos y rurales, es por ello que se le denomina *mosquito común* (Vogels *et al.*, 2016; Bravo-Barriga *et al.*, 2017), y a la poca especificidad en la elección de hospedador, todo lo cual favorece la existencia de varias generaciones al año (Farajollahi *et al.*, 2011).





Los ejemplares de *Ae. vexans* fueron capturados en la región climática **Csa** (Fig. 85). Becker *et al.* (2010), señalan que es un mosquito con preferencias estivales, especialmente cuando las temperaturas alcanzan los 30°C, por lo que las condiciones de este clima resultan propicias para el desarrollo de su ciclo vital. Las hembras realizan la ovoposición en zonas propensas a inundaciones o fluctuaciones en el nivel del agua como los ríos (Encinas-Grandes, 1982) y en este estudio los puntos de captura estaban próximos a entornos fluviales (Fig. 90). Aunque prefiere el ambiente rural, puede llegar a desplazarse grandes distancias impulsados por el viento (Becker *et al.*, 2010), esta circunstancia unida a la flexibilidad para escoger hospedadores mamíferos (Börstler *et al.*, 2016) se ve reflejada en la presencia detectada en ambientes con diferentes hospedadores.

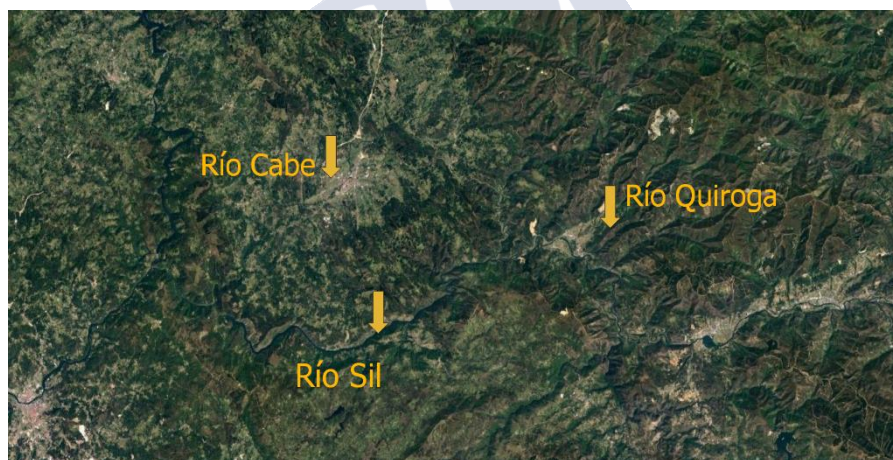


Fig. 90. Vista satelital de los ríos próximos a los puntos positivos para *Ae. vexans*. Las flechas amarillas indican los locales elegidos.

La especie *Cx. theileri* es zoo-antropofílica (Becker *et al.*, 2010), asociada a zonas rurales del sur de España (Muñoz *et al.*, 2012; Ferraguti *et al.*, 2016). En este estudio se localizó en bodegas situadas

en entorno rural, próximas muchas veces a explotaciones ganaderas. Su distribución se relacionó con los climas **Csa** y **Csb** (Fig. 85).

De manera general, se considera que las especies del complejo *Maculipennis* son mamofílicas pero admiten un amplio rango de hospedadores (Becker *et al.*, 2010), por lo que las capturas en ambientes con predominancia de animales o humanos parecen estar justificadas (Fig. 85). En cambio, *An. plumbeus* es una especie arborícola (Encinas-Grandes, 1982), en este estudio se detectó en entornos naturales boscosos (Fig. 91) en zonas con clima **Csb** y **Csa** (Fig. 85). Martínez-Barciela *et al.* (2020) también capturaron ejemplares de *An. plumbeus* en zonas arboladas del sureste de Galicia.

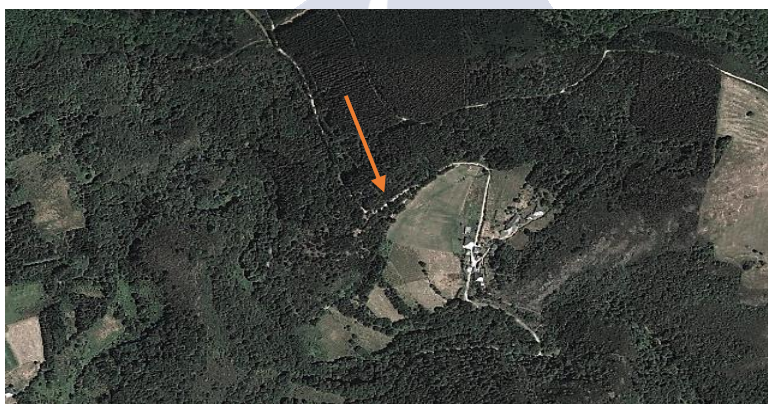


Fig. 91. Vista satelital del área natural Fervenza do Queixoiro (A Fonsagrada, Lugo), en la que se encontraron ejemplares de *An. plumbeus*.

Las especies de *An. claviger s.l.* tienen preferencia por hospedadores mamíferos y un ambiente rural (Becker *et al.*, 2010). El hallazgo del único ejemplar en una perrera localizada en medio rural de una zona **Csa** (Fig. 85) cumple con los requisitos expuestos.

No se conoce mucho acerca de la biología de *Cx. hortensis*, aunque se sabe que prefiere alimentarse de reptiles (Roiz *et al.*, 2012).

En este estudio se encontró en bodegas, una perrera y en otros locales situados en zonas con climas **Csa** y **Csb** (Fig. 85).

La diversidad de ambientes en los que está presente *Cs. longiareolata*, junto con su captura en todas las clasificaciones climáticas (Fig. 85), sugieren que presenta gran adaptabilidad al medio. Los resultados del seguimiento de dípteros durante el estudio de WNV y posteriormente por la *Rede Galega de Vixilancia de Vectores* destacan la gran distribución de esta especie en Galicia, que rara vez entra en establos o casas, y se considera una especie ornitofílica (Schaffner *et al.*, 2001). Sin embargo, fue frecuente su captura en el interior de recintos con animales.

La especie *Cs. annulata* se encontró próxima a humanos y animales y en dos tipos climáticos (**Csa** y **Csb**) por lo que su distribución fue más limitada (Fig. 85).

Solo se obtuvo un ejemplar de las especies *Ae. caspius*, *Cq. richiardii* y *Cx. univittatus/perexiguus*. El aedino es una especie halófila y es frecuente en los litorales marítimos (Schaffner *et al.*, 2001), en este estudio se encontró en una vivienda próxima a la costa norte (Fig. 92) con un clima **Cfb** (Fig. 85). Es mamofílica y se caracteriza por su agresividad a la hora de alimentarse de personas (Rueda *et al.*, 2017).

En el núcleo zoológico situado en una zona climática **Csa** (Fig. 85) se cita por primera vez en Galicia la presencia de *Cq. richiardii* y de *Cx. univittatus/Cx. perexiguus*. Poco se conoce de la biología del primero debido a su rareza (Becker *et al.*, 2010), aunque se piensa que se alimenta principalmente de mamíferos, entre ellos las personas (Medlock *et al.*, 2005). En España se considera que *Cx. univittatus/Cx. perexiguus* es ornitofílica y mamofílica y es vector secundario de West Nile, muy capacitado sobre todo en zonas naturales (Vázquez *et al.*, 2011; Mixão *et al.*, 2016).



Fig. 92. Vista satelital del punto positivo a *Ae. Caspius*.

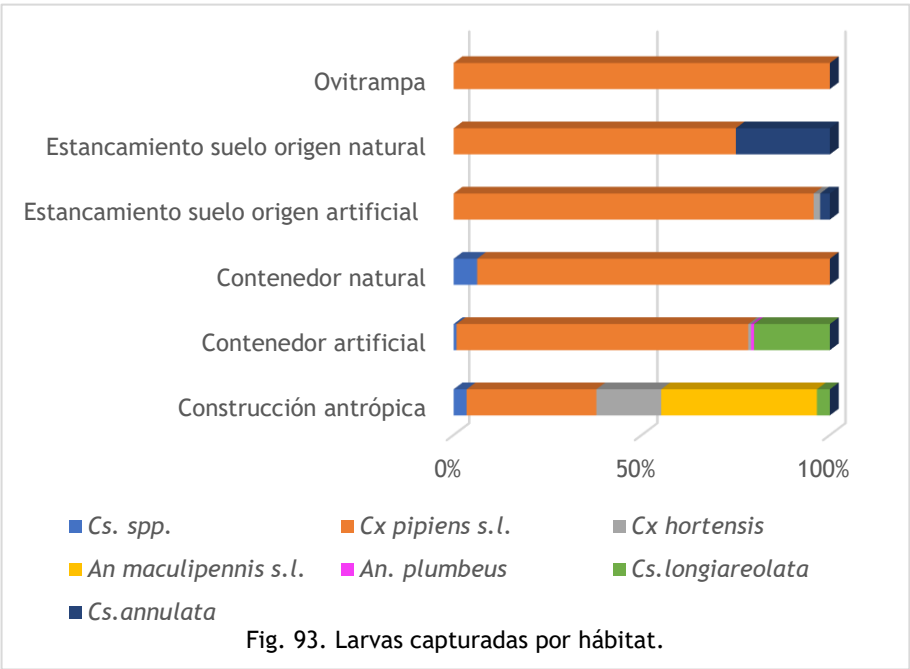
A modo de resumen, en la Tabla 23 se muestra la ausencia o presencia de los vectores *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *An. maculipennis* s.l. y *Ae. vexans*; en las diferentes clasificaciones climáticas y entornos (predominancia de animales o humanos).

Tabla 23. Presencia de vectores más importantes por entorno y clima.									
		Entornos con predominancia de animales				Entornos con predominancia de humanos			
Especies Clima	Cx. <i>pip</i>	Cx. <i>thei</i>	An. <i>mac</i>	Ae. <i>vex</i>	Cx. <i>pip</i>	Cx. <i>thei</i>	An. <i>mac</i>	Ae. <i>vex</i>	
Csa (mediterráneo)	+	+	+	+	+	+	+	+	
Csb (mediterráneo con veranos frescos)	+	+	+	-	+	-	+	-	
Cfb (oceánico templado)	-	-	-	-	+	-	-	-	

Leyenda: (+): presencia, (-): ausencia; *Cx. pip* (*Culex pipiens* s.l.), *Cx. thei* (*Culex theileri*), *An. mac* (complejo *Maculipennis*) y *Ae. vex* (*Aedes vexans*).

4.2.5. Abundancia de larvas por hábitat

En la Fig. 93 se describe la abundancia relativa de las larvas de culícidos en diferentes hábitats.



En los de origen natural solo se encontraron las especies *Cx. pipiens s.l.*, *Cs. annulata* y algunos ejemplares del género *Culiseta* que no se pudieron identificar.

En la Fig. 94 se detalla la abundancia de los hábitats antropogénicos.

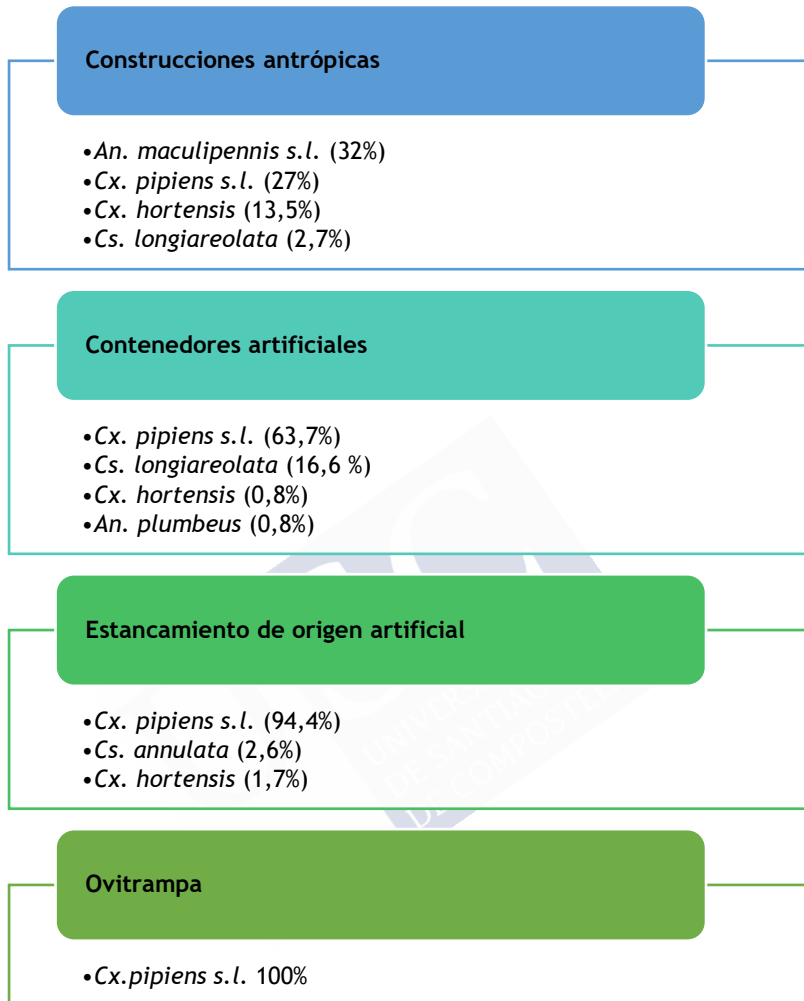


Fig. 94. Abundancia de larvas en los hábitats antropogénicos.

Tal como sucedió con los adultos, las larvas de *Cx. pipiens s.l.* fueron las más abundantes y se encontraron tanto en hábitats naturales como artificiales (Fig. 95-96). Esto se debe a que son capaces de desarrollarse en aguas limpias o con abundante materia orgánica, e indistintamente en ambientes rurales y urbanos (Farajollahi *et al.*, 2011).



Fig. 95. Estancamiento de origen artificial positivo a *Cx. pipiens* s.l.



Fig. 96. Estancamiento de origen natural positivo a *Cx. pipiens* s.l.

Las larvas de *An. maculipennis* s.l. se obtuvieron solo en construcciones antrópicas, en concreto en la cubierta de piscinas con agua estancada (Fig. 97). Este complejo se ha descrito tanto en aguas limpias como con contenido orgánico pero por lo general prefieren hábitats acuáticos calmados y limpios (Becker *et al.*, 2010).

Aunque *An. plumbeus* suele criar en los agujeros de los árboles, cada vez es más frecuente encontrarlas en contenedores artificiales (Schaffner *et al.*, 2012), como sucedió en este trabajo (Fig. 98).



Fig. 97. Estancamiento de origen artificial positivo para *An. maculipennis* s.l.



Fig. 98. Contenedor artificial positivo para *An. plumbeus*, *Cs. longiareolata* y *Cx. pipiens s.l.*



Fig. 99. Contenedor artificial positivo a *Cx. hortensis*.

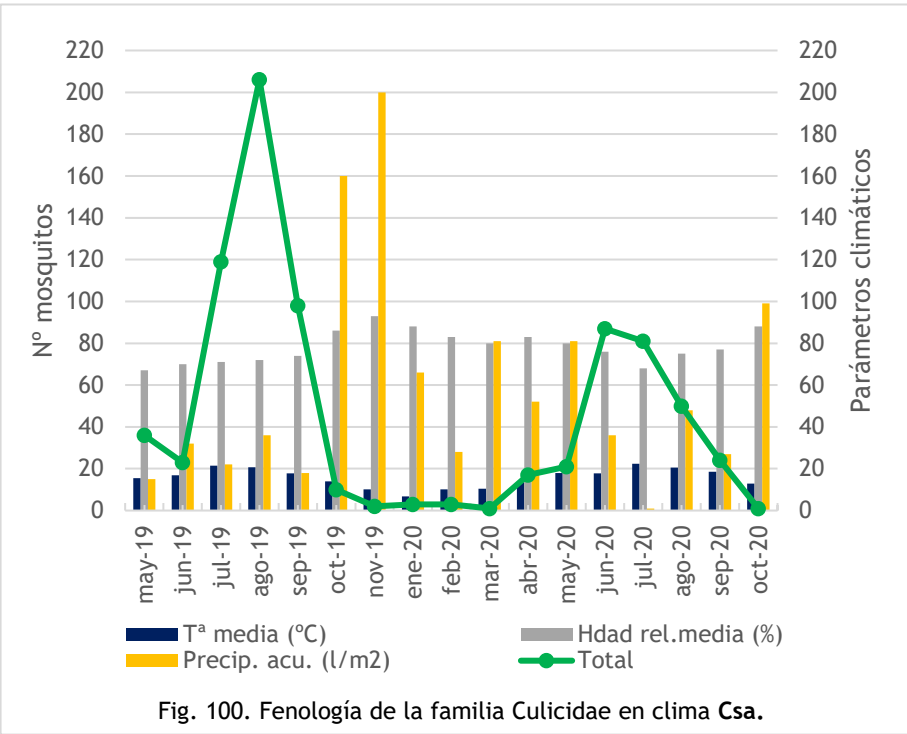
Los hábitats larvarios descritos para *Cx. hortensis* son variados, y pese a que se consideran más favorables los de origen natural (Encinas-Grandes, 1982), en este estudio, las larvas se encontraron en construcciones antrópicas (Fig. 99) y zanjas de carreteras rurales.

La mayor parte de las larvas de *Cs. longiareolata* y *Cs. annulata* se capturaron en contenedores artificiales, acompañadas de *Cx. pipiens s.l.*, hallazgos que confirman la descripción de Becker *et al.* (2010).

4.2.6. Fenología de los culícidos

Para conocer la fenología de los culícidos, se eligió una granja de vacuno con clima **Csa** (mediterráneo) y un área de servicio situada en clima **Csb** (mediterráneo con veranos frescos).

La Fig. 100 muestra la fenología en la zona con clima **Csa** durante el periodo de mayo 2019 a octubre del 2020, y la Tabla 24 muestra los datos meteorológicos de los principales meses de muestreo.






Se puede apreciar un aumento en el recuento total de mosquitos a partir de primavera, cuando la temperatura media mensual supera los 13°C, hasta alcanzar la mayor abundancia durante los meses de verano, con los valores más altos de temperatura media y mínimas precipitaciones. A partir del otoño, cuando las precipitaciones aumentan y las temperaturas medias caen por debajo de los 13°C, los mosquitos adultos desaparecen.

Tabla 24. Temperaturas, humedad relativa media, precipitaciones y medias mensuales para los principales meses de muestreo en Monforte de Lemos (Csa).

Año	Mes	Tªmedia(°C)	Tªmáx(°C)	Tªmín(°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (l/m2)
2019	mayo	15,5	23,65	7	67	15
	junio	16,8	23,49	10,4	70	32
	julio	21,2	29,36	14,7	71	32
	agosto	20,7	28,85	13,9	72	36
	septiembre	17,8	26,54	10,6	74	18
	octubre	14	20,58	8,7	86	160
2020	mayo	18	26,53	10,5	75	45
	junio	17,8	24,66	11,5	76	36
	julio	22,4	31,9	14	68	1
	agosto	20,5	28,62	13,8	75	48
	septiembre	18,5	27,19	11,7	77	27
	octubre	12,9	19,19	7,8	88	99

Se ha descrito que en el noroeste de España los mosquitos están presentes de febrero a noviembre (Sanidade Animal, 2012), y todo el año en el sur de la península (Almeida *et al.*, 2010).

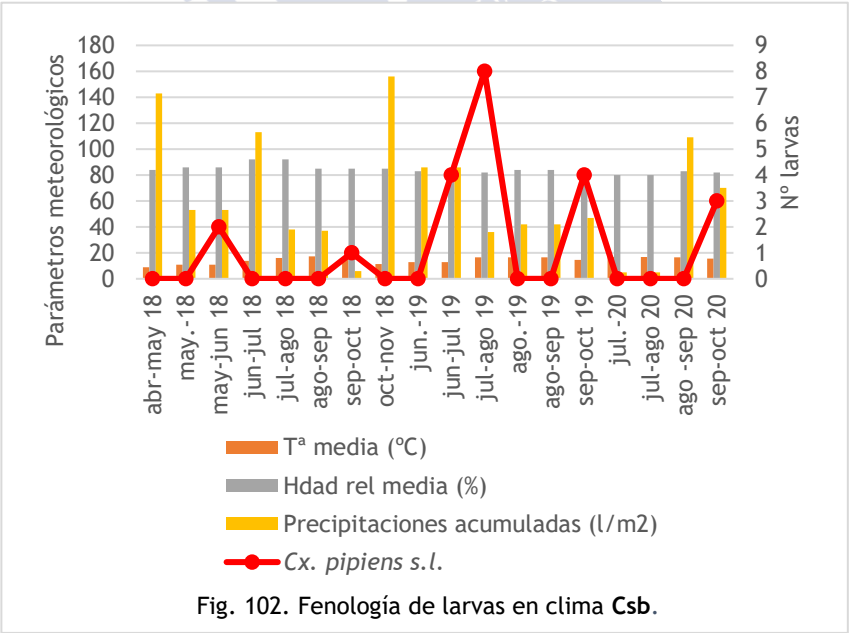
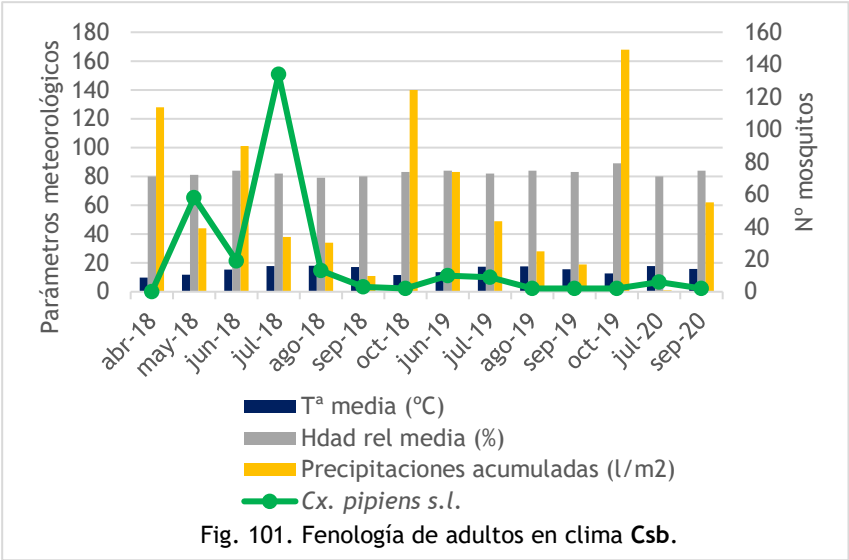
En la Tabla 25 se detalla el periodo de actividad de los mosquitos adultos. Al comparar lo detectado en la granja de Monforte de Lemos con lo descrito para otra zona **Csa** de Extremadura, se puede observar que, en la primera, el periodo se alarga. Esta diferencia pudo deberse a que en nuestro estudio la trampa, colocada en el interior de la nave, pudo atraer a los insectos resguardados del frío y en el estudio de Sánchez-Murillo *et al.* (2014) no se detalla si el dispositivo funcionó en el exterior o en interior.

Tabla 25. Comparación de la fenología de los mosquitos.													
		MESES DEL AÑO											
Localidad	Clima	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Europa (1)													
Galicia (2)													
Granja Monforte	Csa												
Extremadura (3)	Csa												
Sur Portugal (4)	Csa												
Referencias: (1) ECDC, 2018 (2) Sanidade Animal <i>et al.</i> , 2012 (3) Sánchez-Murillo <i>et al.</i> , 2014 (4) Almeida <i>et al.</i> , 2010. Legenda colores: Presencia  Elevada abundancia  Ausencia 													

En el área de servicio de Guitiriz con clima **Csb** (mediterráneo con veranos frescos) todos los ejemplares capturados pertenecieron a la especie *Cx. pipien s.l.* La gran cantidad de mosquitos detectados al principio del estudio hizo sospechar de la proximidad de hábitats larvarios. Una vez localizados, los propietarios del local aplicaron medidas para eliminarlos y de esta manera los adultos se mantuvieron controlados hasta el final del estudio (Fig. 101).

Por lo anteriormente expuesto, la fenología de los mosquitos en clima **Csb** se basó en la abundancia de larvas, colocando ovitrampas que se revisaron quincenalmente. El estudio mostró tendencia estacional, las larvas aumentaron cuando la temperatura media superaba los 10°C, con mayor abundancia en verano y desaparecieron

cuando la temperatura media mensual se aproximaba a los 10°C y aumentaron las precipitaciones (Fig. 102).



En la Tabla 26 se detallan los datos meteorológicos de los principales meses de muestreo.

Tabla 26. Temperaturas, humedad relativa media, precipitaciones y medias mensuales para los principales meses de muestreo en Guitiriz (Csb).

Año	Mes	Tªmedia(°C)	Tªmáx(°C)	Tªmín(°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (l/m2)
2019	mayo	12,4	19,41	5,3	79	55
	junio	13,6	19,22	7,9	84	83
	julio	17,4	24,14	11	82	49
	agosto	17,5	23,99	11,9	84	28
	septiembre	15,7	21,8	10,9	73	20
	octubre	12,7	17,53	8	89	168
2020	mayo	14,9	22,02	8,7	80	18
	junio	14,6	20,07	9	84	66
	julio	17,8	24,92	11,7	80	1
	agosto	17,2	24,26	10,9	83	71
	septiembre	15,8	23,01	9,8	84	62
	octubre	11,4	16,36	7,1	90	179

Con el estudio de la presencia y abundancia de las larvas se puede deducir que el tiempo de actividad de *Cx. pipiens s.l.* es más corto en el clima **Csb** que en el **Csa**. En una zona con clima mixto **Csb/Csa**, Encinas-Grandes (1982) observó las primeras larvas en abril-mayo y comprobó que desaparecen en noviembre cuando las precipitaciones son tan abundantes que arrastran los criaderos.

Debido a su implicación sanitaria, en las siguientes tablas se señalan los periodos de actividad de *Cx. pipiens s.l.*, *Cx. theileri* y *Ae. vexans* en distintas zonas con clima **Csa** y **Csb**.

Tabla 27. Comparación de la fenología de <i>Cx. pipiens s.l.</i>													
Localidad	Clima	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	cct	nov	dic
Granja Monforte	Csa												
Área de Servicio Guitiriz	Csb												
Extremadura (1)	Csa												
Castilla-León (2)	Csa Csb												
Valencia (3)	Csa												
Referencias: (1) Bravo-Barriga <i>et al.</i> , 2017 (2) Encinas-Grandes, 1982 (3) Chordá-Olmos, 2014.													
Leyenda colores: Presencia Elevada abundancia Ausencia													
No hay datos													

Los adultos de *Cx. pipiens s.l.* están activos a partir de 13°C y desaparecen cuando la T^a media desciende de 10°C, lo que suele coincidir con los meses de abril a diciembre (Tabla 27). Las hembras invernantes en el interior de refugios pueden reemprender la actividad si la temperatura es favorable, y dar lugar a capturas puntuales en meses fríos (Bravo-Barriga *et al.*, 2017). Las altas temperaturas favorecen a todos los mosquitos, pero en especial a *Cx. theileri* y *Ae. vexans* (Becker *et al.*, 2010; Ferraguti *et al.*, 2016).

Cx. theileri es un mosquito termófilo y por eso su periodo de actividad es más corto (Tabla 28). Los adultos aparecen cuando la T^a media es superior a 15°C y son más abundantes cuando se alcanzan los 20°C. Los hallazgos en el territorio **Csa** gallego coinciden con lo descrito para la zona del Mediterráneo (Chordá-Olmos, 2014).

Tabla 28. Comparación de la fenología de <i>Cx. theileri</i> .													
Localidad	Clima	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	cct	nov	dic
Granja Monforte	Csa												
Castilla-León (1)	Csa Csb												
Valencia (2)	Csa												
Oeste Andalucía (3)	Csa												
Referencias: (1) Encinas-Grandes, 1982 (2) Chordá-Olmos, 2014 (3) Ferraguti et al., 2016. Leyenda colores: Presencia Elevada abundancia Ausencia No hay datos													

El único aedino se identificó en la granja de manera intermitente de julio a septiembre (Tabla 29) cuando las temperaturas medias eran superiores a los 18°C, sin embargo, es muy probable que su ausencia en agosto se tratara de una coincidencia. En comparación con las otras zonas **Csa**, presenta un periodo más corto (Encinas-Grandes, 1982) (Chordá-Olmos, 2014).

Tabla 29. Comparación de la fenología de <i>Ae. vexans</i> .													
Localidad	Clima	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Granja Monforte	Csa												
Castilla-León (1)	Csa/ Csb												
Valencia (2)	Csa												
Referencias: (1) Encinas-Grandes, 1982 (2) Chordá-Olmos, 2014. Leyenda colores: Presencia													

4.3. FAMILIA CERATOPOGONIDAE

Se detectaron siete especies de *Culicoides* (Tabla 31), un 8,5% de las especies totales descritas para España (Alarcón-Elbal y Lucientes, 2012), que resulta inferior al obtenido en Castilla-La Mancha (Durán-Martínez, 2012), Extremadura (Blanco, 2017), y País Vasco (González *et al.*, 2013). Este hecho puede deberse a que no solo se eligieron explotaciones ganaderas para su captura, sino que se muestrearon hábitats de diferente naturaleza.

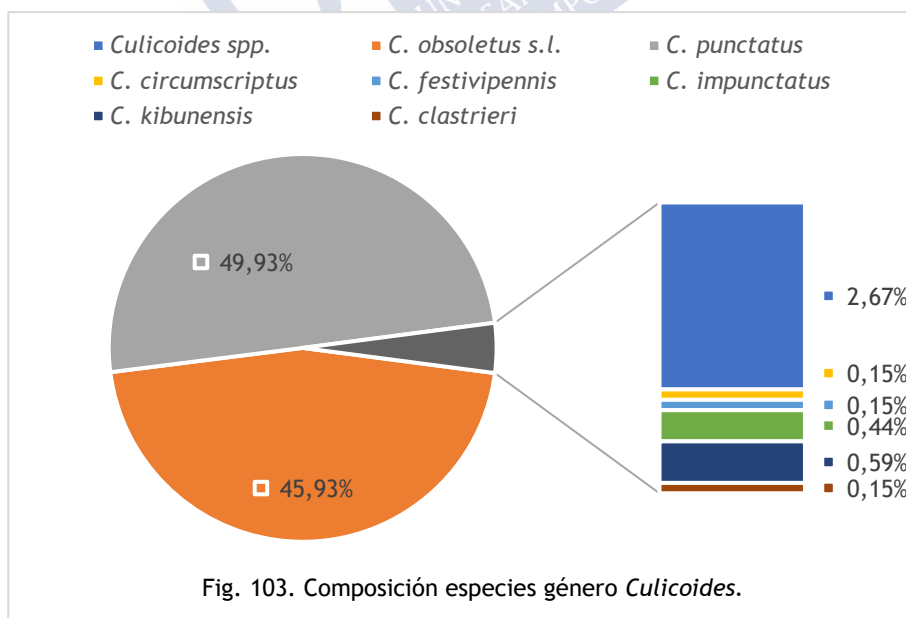
Tabla 30. Taxonomía familia Ceratopogonidae.			
SUBFAMILIA CERATOPOGONIDAE	GÉNERO <i>Culicoides</i>	SUBGÉNERO	<i>C. obsoletus</i> (Meigen, 1818) <i>C. scoticus</i> Downes y Kettle, 1952
			<i>Avaritia</i> Fox, 1955
			<i>Beltranmyia</i> Vargas, 1953
			<i>C. circumscriptus</i> Keiffer, 1918
			<i>C. punctatus</i> (Meigen, 1804)
			<i>C. impunctatus</i> Goetghrbuer, 1920
			<i>C. festivipennis</i> Keiffer, 1914
			<i>C. kibunensis</i> Tokunaga, 1937
			<i>C. clastrieri</i> Callot, Kremer y Debut, 1962
			<i>Oecacta</i> Poey, 1853

4.3.1. Composición

La especie más abundante fue *C. punctatus* (Fig. 103), perteneciente al complejo *Pulicaris*, que está descrito en todo el territorio español aunque no se considera muy abundante (Lucientes *et al.*, 2008). Alarcón-Elbal (2015) y Durán-Martínez (2012) en granjas de Castilla-La Mancha encontraron que esta especie también era la más abundante, pero en menor porcentaje (20,6% y el 34,6% respectivamente).

La segunda especie más frecuente fue el complejo *Obsoletus*, dentro del cual se pudieron identificar machos de *C. scoticus*. Estos datos concuerdan con lo previamente descrito en el norte de España y Portugal (Brugger y Rubel, 2013) y en Galicia (Lucientes *et al.*, 2008; González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011).

A pesar de que en estudios previos se cita la captura accidental de *C. imicola* en Galicia (Lucientes *et al.*, 2008), en este estudio no se detectó. Por el contrario, se encontraron ejemplares de *C. kibunensis*, *C. impunctatus*, *C. festivipennis*, *C. clastrieri*, y *C. circumscriptus* de los que no existía registro previo.



4.3.2. Distribución de las especies

En la categoría **Csa** la diversidad fue superior que en las otras dos zonas climáticas (Fig. 104).

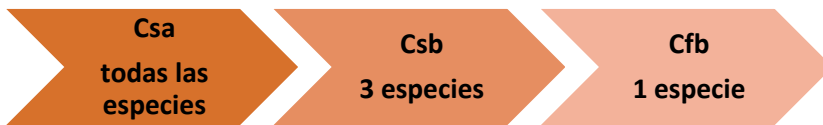


Fig. 104. Diversidad de *Culicoides* por zonas climáticas.

Los siguientes mapas (Fig. 105) representan la distribución de las especies en función de la clasificación climática de Köppen.

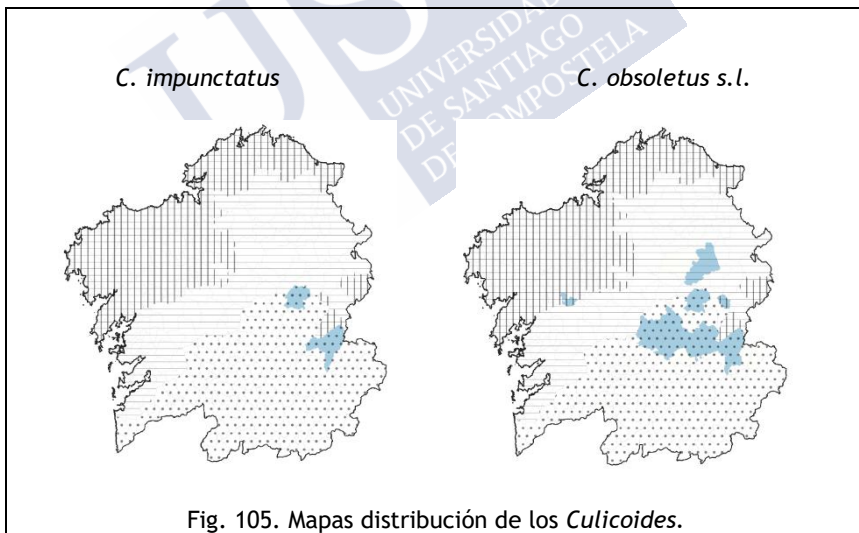
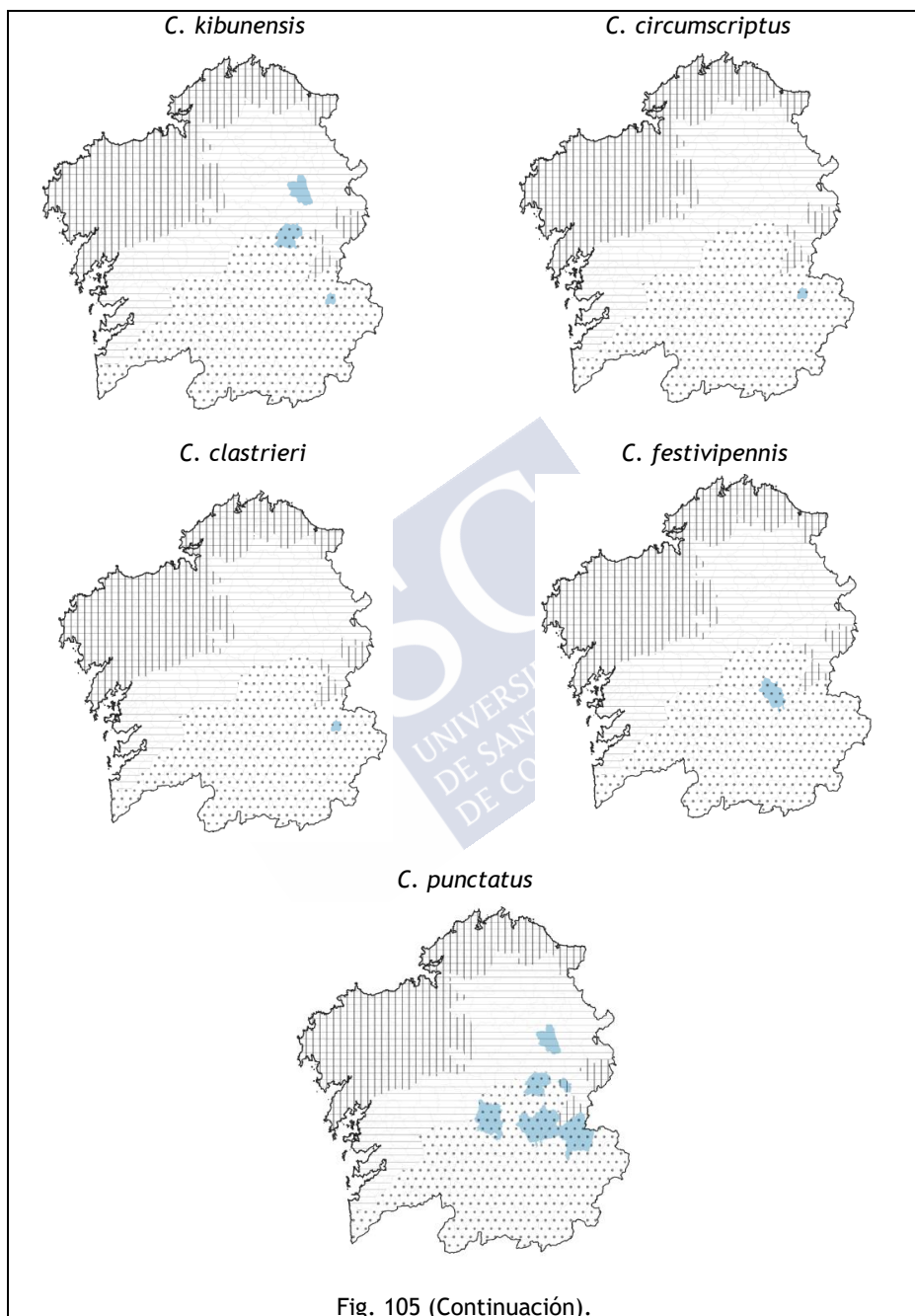
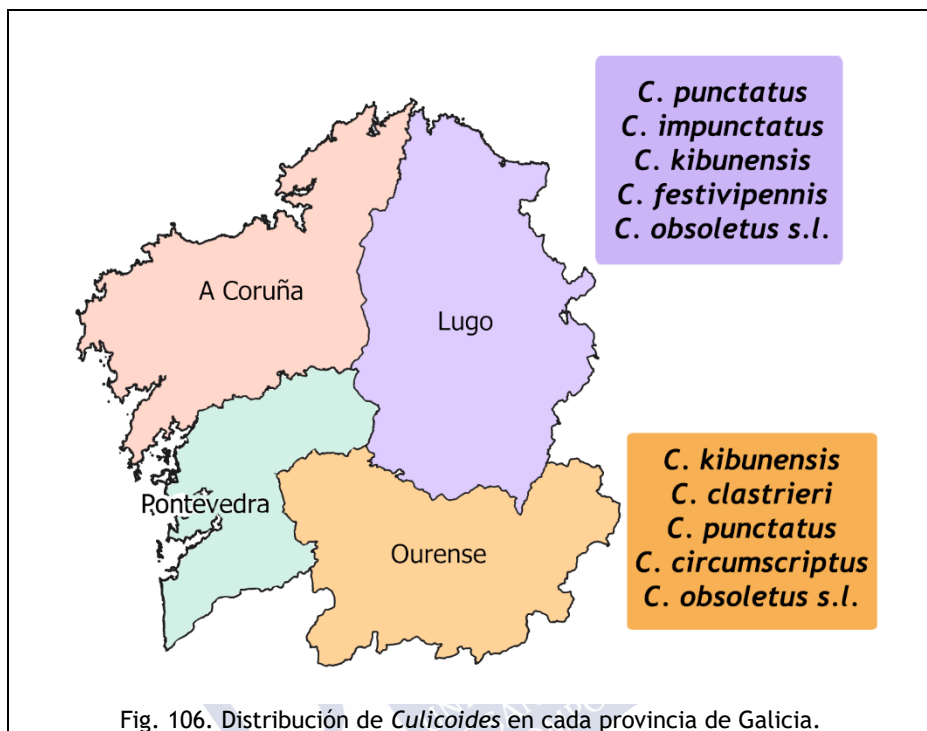


Fig. 105. Mapas distribución de los *Culicoides*.





En la Fig. 106 se especifican las distintas especies de *Culicoides* encontradas en las provincias de Lugo y Ourense.

4.3.3. Abundancia de las especies por hábitat

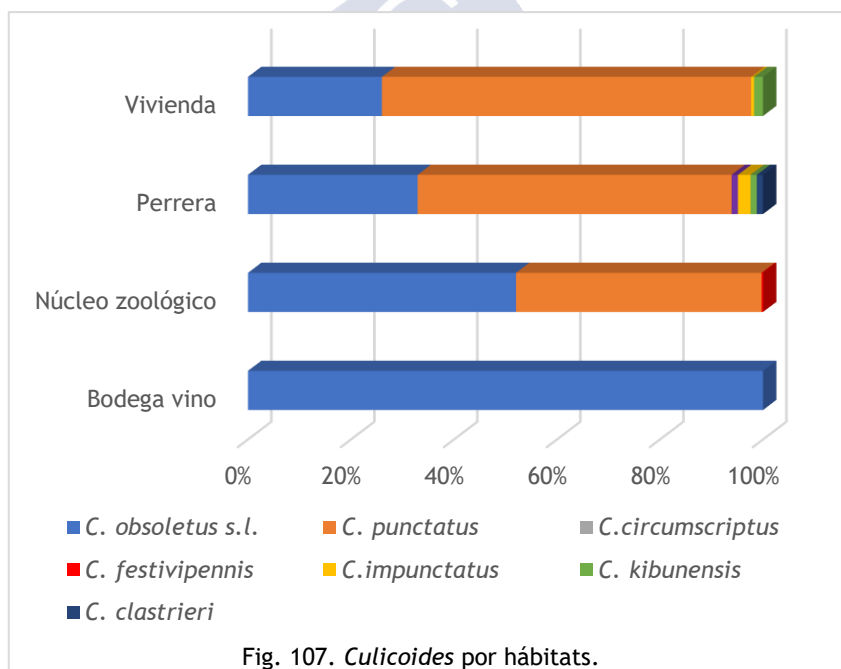
En el área de servicio, entornos naturales y en la categoría de otros locales no se detectaron *Culicoides*, lo que podría deberse en cada caso a diferentes factores:

- 1) El área de servicio se eligió para la vigilancia de culícidos por el gran paso de personas y vehículos pero no resulta un ecosistema adecuado para los *Culicoides*, que necesitan vegetación y materia orgánica para su desarrollo (González *et al.*, 2013). Además, las grandes corrientes de aire

que genera el tráfico tampoco favorecen el vuelo de estos pequeños insectos (Mullen y Murphree, 2019).

2) En la categoría “otros tipos de locales” se agrupan construcciones situadas en cascos urbanos, lo que favorece la presencia de mosquitos, pero no son entornos ideales para los *Culicoides*. Blanco (2017) encontró una relación inversa entre núcleos urbanos y la presencia de estos insectos.

3) La ausencia de capturas en los entornos naturales es un dato que puede no corresponderse con la realidad, ya que se realizaron pocos muestreos en estas zonas por falta de corriente eléctrica para las trampas. En estos entornos se ha observado una correlación positiva entre los *Culicoides* y la presencia de hospedadores silvestres (Talavera *et al.*, 2015).



En las bodegas todos los ejemplares capturados correspondieron a *C. obsoletus s.l.* (Fig. 107). Pese a que no existen estudios realizados en otras zonas de viticultura para la comparación de los resultados, la

localización rural de estos locales con granjas en la proximidad puede explicar este resultado (Fig. 108).



Fig. 108. Entorno rural de la zona vitivinícola de Ribeira Sacra.

En los núcleos zoológicos la abundancia relativa de las especies fue la siguiente: *C. obsoletus s.l.* (49,9%), *C. punctatus* (45,7%), se identificó un único ejemplar de *C. festivipennis* y un pequeño número de especímenes que solo se pudieron clasificar a nivel de género. En la Tabla 31 se expone de manera simplificada las especies más abundantes en diferentes explotaciones ganaderas del territorio español.

En estudios realizados en el norte del país por González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente (2011) y González *et al.* (2013) se indicó que si la trampa lumínica se coloca en el interior, el 92,3% de los *Culicoides* se corresponden con *C. obsoletus s.l.*, y en menor proporción con *C. lupicaris* (3,5%) y *C. punctatus* (1,3%).

Tabla 31. Abundancia de especies en las explotaciones ganaderas de España.		
Localidad	Especies más abundantes	Referencias
Sur	<i>C. imicola</i> y <i>C. obsoletus s.l.</i>	Pérez <i>et al.</i> , 2012
Zona central	<i>C. imicola</i> (33,3%) <i>C. punctatus</i> (20,6%)	Alarcón-Elbal, 2015
islas Baleares	<i>C. imicola</i> (37%) <i>C. obsoletus s.l.</i> (32,3%)	Miranda <i>et al.</i> , 2004
islas Canarias	<i>C. obsoletus s.l.</i> (100%)	Martínez-De La Puente <i>et al.</i> , 2012
Norte	<i>C. obsoletus s.l.</i> (58,6%)	González <i>et al.</i> , 2013

Las perreras y viviendas presentaron mayor biodiversidad que se distribuyó de la siguiente manera:

Perreras	Viviendas
<ul style="list-style-type: none">• <i>C. punctatus</i> (60,2%)• <i>C. obsoletus s.l.</i> (32,5%)• <i>C. impunctatus</i> (2,4%)• <i>C. clastrieri</i> (1,2%)• <i>C. kibunensis</i> (1,2%)• <i>C. circumscriptus</i> (1,2%)	<ul style="list-style-type: none">• <i>C. punctatus</i> (70,9%)• <i>C. obsoletus s.l.</i> (25,7%)• <i>C. kibunensis</i> (1,7%)• <i>C. impunctatus</i> (0,6%)

González *et al.* (2020) detectaron en caniles del norte que *C. obsoletus s.l.* era la especie más abundante (58,2%) y *C. kibunensis* y *C. impunctatus* los menos frecuentes. Sin embargo, cabe destacar el mayor número de especies identificadas frente a lo obtenido en el presente estudio.

El complejo *Obsoletus* tiene un amplio rango de hospedadores, rumiantes domésticos y salvajes, cerdos, caballos, roedores, humanos e incluso aves (Barceló, 2019). Su presencia está asociada sobre todo a granjas, ya que las fases larvarias se desarrollan de manera óptima sobre la materia orgánica presente en los establos (Calvete *et al.*, 2008; Harrup *et al.*, 2013). En nuestro estudio los puntos de colocación de las trampas se encontraban en ambiente rural y en la mayoría de los casos en las proximidades de ganado. González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente (2011) señalan que *C. obsoletus* s.l. está adaptado a las distintas condiciones climáticas de todo el país e incluso tolera bastante bien zonas con precipitaciones anuales abundantes, algo que sucede en la zona **Cfb** (EFSA, 2017). En nuestro estudio encontramos ejemplares en zonas de los tres tipos climáticos (Fig. 105).

Los adultos de *C. punctatus* se capturaron en núcleos zoológicos, perreras y viviendas y en dos de las tres clasificaciones climáticas (Fig. 105), ya que presenta tolerancia a un amplio rango de temperaturas (Blanco, 2017). Su aparición en las proximidades de núcleos zoológicos ha sido estudiada por González *et al.* (2013), y se ha visto que cría en bebederos de animales. Aunque a esta especie no le favorece la presencia humana (Ramilo *et al.*, 2017), la captura en las viviendas podría explicarse porque las casas estaban en entorno rural y próximas a explotaciones ganaderas. Es una especie mamofílica con amplio rango de hospedadores entre los que se encuentran rumiantes, équidos y lepóridos (Ninio *et al.*, 2010). Su hallazgo en las perreras coincide con el estudio realizado en caniles del País Vasco (González *et al.*, 2020).

Solo se identificó un ejemplar de *C. circumscriptus* y otro de *C. clastrieri* capturados en un canil (Fig. 105) lo que contrasta en el caso de *C. circumscriptus* con el elevado número observado por Blanco (2017). Es una especie mamofílica y ornitofílica (Bobeva *et al.*, 2015) y su presencia en perreras también fue detectada por González *et al.*, (2020). Se considera que esta especie necesita una temperatura

mínima de 14°C para su desarrollo lo que explicaría su captura en una zona climática **Csa** (Fig. 105).

Poco se conoce de la especie *C. clastrieri*. Está descrita en España (González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011) y se ha capturado en zonas urbanas aunque en escasa cantidad (González *et al.*, 2015). Se alimenta de mamíferos y aves (Santiago-Alarcón *et al.*, 2013).

La presencia en este estudio de *C. impunctatus* fue escasa, se encontró en una perrera y en una vivienda (Fig. 105). Puede alimentarse de ganado, animales silvestres y humanos. Está bien adaptada a zonas con pastos y tolera bien el frío (Carpenter *et al.*, 2013). Sus picaduras son muy dolorosas por lo que generan pérdidas en el sector turístico en países como Escocia (Mands *et al.*, 2004).

También se encontraron ejemplares de *C. kibunensis* próximos a viviendas y a un canil. Esta especie se consideraba ornitófila pero se ha comprobado que también se alimenta de mamíferos entre ellos los humanos (Santiago-Alarcón *et al.*, 2013; Martínez-De La Puente *et al.*, 2015). Cría sobre todo en los márgenes de los ríos y en el barro de los bosques (González *et al.*, 2013) pero también lo puede hacer en ambiente urbano (González *et al.*, 2015). Las capturas en este estudio se obtuvieron con una trampa de luz colocada en el exterior de edificaciones rodeadas de árboles, circunstancias que aumenta la probabilidad de hallar *C. kibunensis* (González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011; González *et al.*, 2013).

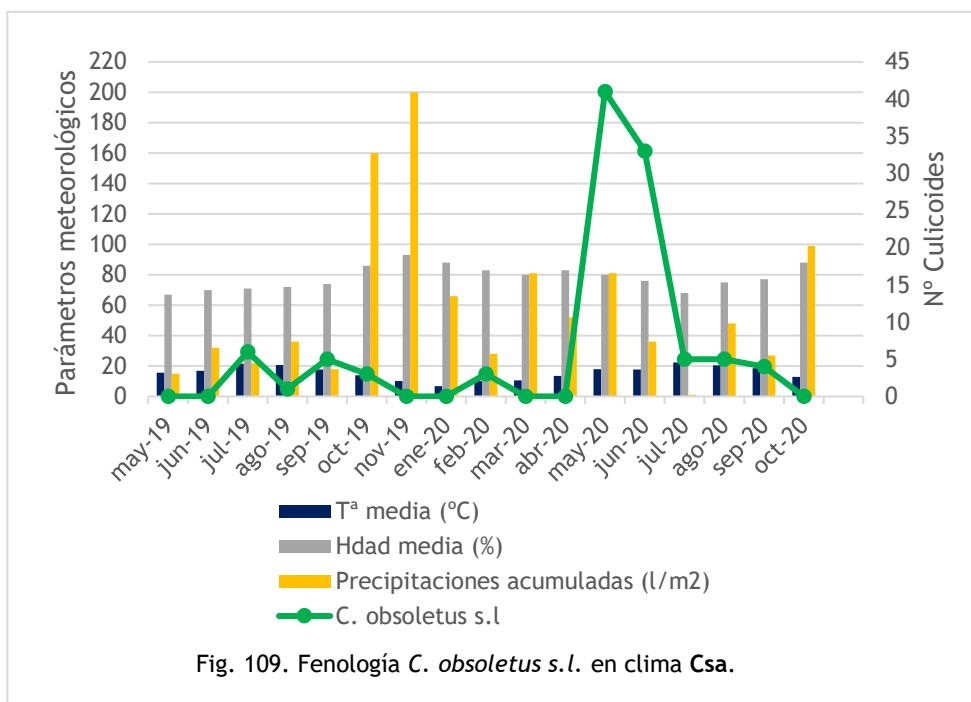
El único ejemplar de *C. festivipennis* se encontró en una nave de novillas próxima a un gallinero (Fig. 105). Tiene hábitos ornitófilos pero de manera oportunista puede picar a mamíferos (Bobeva *et al.*, 2015; Martínez-De La Puente *et al.*, 2015). Las larvas se desarrollan en hábitats húmedos ricos en materia orgánica (González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011), como el suelo de los bebederos del ganado (Blanco, 2017).

4.3.4. Fenología de *C. obsoletus s.l.* en la zona climática Csa

El conocimiento de la fenología de *C. obsoletus s.l.* es de vital importancia para saber las épocas de riesgo de transmisión de la Lengua Azul. En la Unión Europea, el ganado se vacuna en los periodos libres de vectores y se permite la movilización de los animales asumiendo un riesgo de infección bajo (EFSA, 2008). Aunque la enfermedad depende de la actividad del vector, hay que tener en cuenta que en ausencia de nuevas infecciones la viremia en el hospedador dura aproximadamente nueve semanas (OIE, 2018) y que el virus puede sobrevivir en el insecto en fase de hibernación.

En este estudio se monitorizó la dinámica estacional de *C. obsoletus s.l.* con una trampa de luz que se colocó desde mayo de 2019 hasta octubre de 2020 en una granja de Monforte de Lemos con clima Csa. En España se ha visto que el periodo de actividad de estos insectos empieza entre mayo a julio y termina entre octubre a noviembre (Barceló *et al.*, 2020). El MAPA (2019), advierte que el periodo de mayor actividad para *C. obsoletus s.l.* es el comprendido entre los meses de abril a junio.

Como se aprecia en la Fig. 109, los adultos aumentaron en primavera alcanzando la mayor abundancia cuando las temperaturas medias rondaban 17°-18°C lo que suele coincidir de mayo a junio y produciéndose un descenso drástico en agosto, cuando las temperaturas superan los 20°C. Estos hallazgos coinciden con lo descrito por Barceló y Miranda (2020) al señalar que las temperaturas elevadas no favorecen a esta especie. A partir de septiembre se produce una disminución progresiva hasta desaparecer en otoño. Los resultados obtenidos coinciden con los descrito por Barceló *et al.* (2020) y con lo que sucede en otras zonas del norte de España, donde también se aprecia un aumento de los adultos de mayo a julio para luego disminuir progresivamente hasta observar un pequeño pico en octubre (Lucientes *et al.*, 2008; González *et al.*, 2013). En el norte de Portugal, la actividad de *C. obsoletus s.l.* comienza en primavera, alcanzando valores altos entre mayo y agosto y se mantiene hasta principios de otoño (Ribeiro *et al.*, 2015).







En febrero de 2020 (temperatura media 10,2°C) se capturaron algunos adultos que no volvieron a aparecer hasta que la temperatura se alcanzó los 17°C (mayo). La presencia de estos insectos durante los meses de invierno seguramente se deba a la hibernación de los adultos dentro de los establos (EFSA, 2017) o a la continuación del ciclo de un pequeño número de individuos. En Galicia se ha descrito la presencia de *C. obsoletus s.l.* en enero (Barceló, 2019).

De los capturas realizadas en este estudio se podría determinar que el periodo de hibernación de los *Culicoides* en zonas con clima Csa se prolonga desde noviembre hasta mayo, sin embargo, la aparición puntual de algunos ejemplares sugiere que son capaces de sobrevivir a las condiciones invernales, algo ya descrito en otros estudios (Del Río, 2012) y que se debe de tener en cuenta, ya que, si los insectos se alimentan de un animal doméstico o silvestre infectado se podría prolongar el ciclo.

Los *Culicoides* del complejo *Obsoletus* se encuentran

ampliamente distribuidos por toda Europa, siendo más abundantes en el norte que en el sur, ya que tolera un amplio rango de temperaturas, aunque prefiere zonas con temperaturas medias anuales próximas a 14°C y altitudes de 587 msnm (Conte *et al.*, 2007). Está adaptado a regiones lluviosas, con precipitaciones anuales iguales o superiores a 700 mm, y se ha visto que el vuelo de los adultos comienza cuando las temperaturas alcanzan los 10°C y termina cuando se registran 4°C durante más de 10 días (EFSA, 2017).

En España la abundancia y el periodo de actividad de *C. obsoletus* aumenta de sur a norte (Barceló, 2019) (Tabla 32).

Tabla 32. Fenología de los <i>Culicoides</i> .														
			MESES DEL AÑO											
<i>Culicoides</i> spp.	Localidad	Clima	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
	España (1)													
	Granja Monforte	Csa												
	Castilla-La Mancha (2)	Csa												
<i>C. obsoletus</i> s. l.	Europa (3)													
	España (1) (3)(4)													
	Granja Monforte	Csa												
	País Vasco	Cfb												
	Norte de Portugal	Csb												
Referencias: (1) Barceló, 2019 (2) Durán-Martínez, 2012 (3) EFSA, 2017 (4) MAPA, 2019 (5) González, <i>et al.</i> , 2013 (6) Ribeiro <i>et al.</i> , 2015. Leyenda: Presencia  Elevada abundancia  Ausencia  No hay datos 														

4.4. FAMILIA PSYCHODIDAE

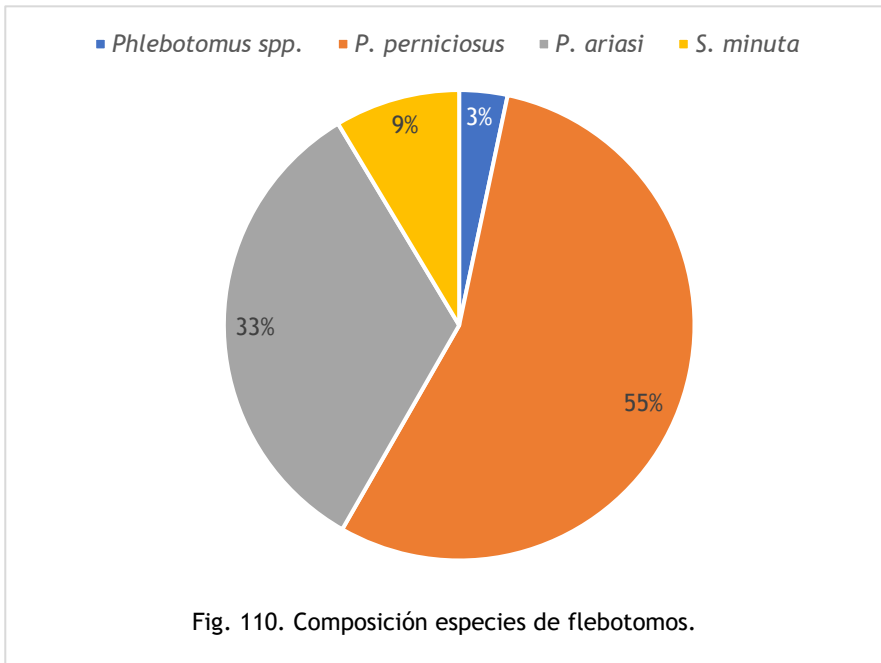
En este estudio se detectaron tres especies de flebotomos (Tabla 33), que están incluidas entre las descritas por Lucientes (2017) para el conjunto de España y que pertenecen a la fauna de flebotomos que comparten España Francia, Portugal e Italia (Trájer *et al.*, 2018).

Tabla 33. Taxonomía de los flebotomos.					
SUBFAMILIA PHLEBOTOMINAE	GÉNERO	GÉNERO		SUBGÉNERO	<i>Phlebotomus</i> (<i>Larroussius</i>) <i>ariasi</i> Tonnoir, 1921
		<i>Phlebotomus</i> Rondani y Berté, 1840			<i>Phlebotomus</i> (<i>Larroussius</i>) <i>perniciosus</i> Newstead, 1911
		<i>Sergentomyia</i> Frañça y Parrot, 1920		<i>Sergentomyia</i> Abonnect, 1972	<i>Sergentomyia</i> (<i>Sergentomyia</i>) <i>minuta</i> (Rondani, 1843)

Estudios previos realizados en Galicia citan la presencia de *P. perniciosus* (León-Sanz *et al.*, 1999), *P. ariasi* y *S. minuta* en las provincias de Lugo y Ourense (Gil-Collado *et al.*, 1989). González *et al.* (2019) identificaron *P. perniciosus* por primera vez en Pontevedra.

4.4.1. Composición

Como se puede ver en la Fig. 110, la mayor parte de los ejemplares fueron de *Phlebotomus perniciosus* (55%).



La especie más abundante en España peninsular es *S. minuta* (Gálvez *et al.*, 2010), sin embargo en este estudio solo el 9% de los ejemplares identificados correspondió a esta especie, discordancia que puede deberse a que se utilizaron trampas de luz y esta especie no tiene fototropismo positivo (Bravo-Barriga *et al.*, 2016).

4.4.2. Distribución de las especies

En los siguientes mapas se detalla la distribución de flebotomos (Fig. 111) en función de la clasificación climática de Köppen. Como se puede observar, todas las capturas de flebotomos se consiguieron en la zona climática **Csa**.

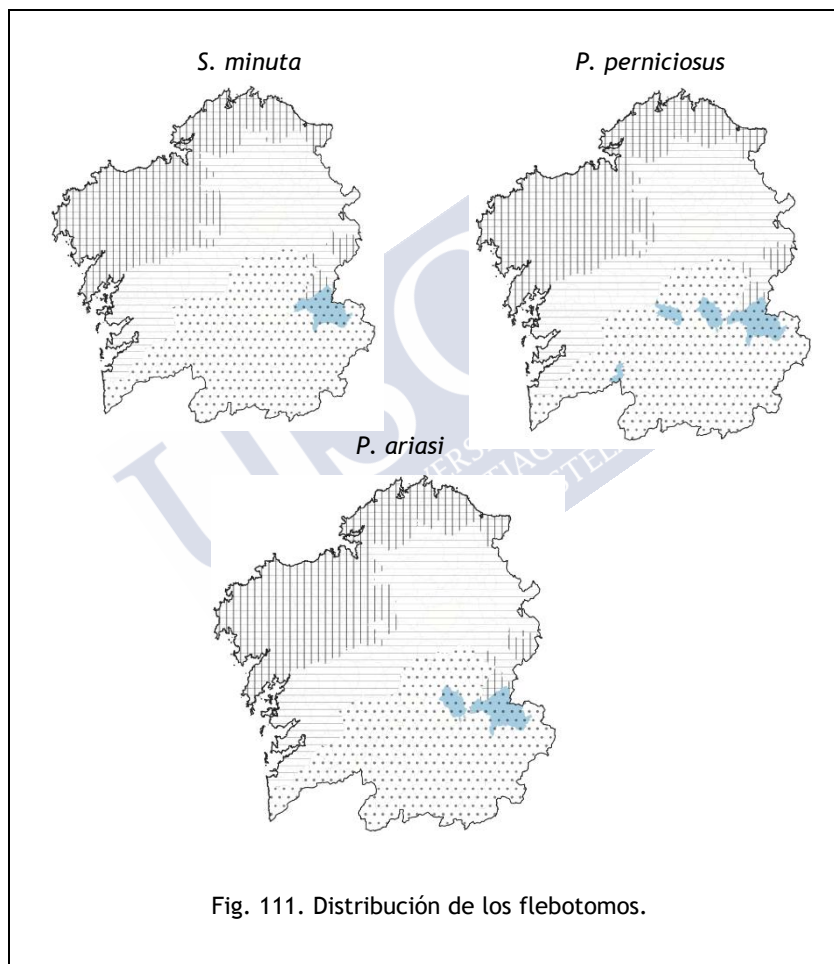
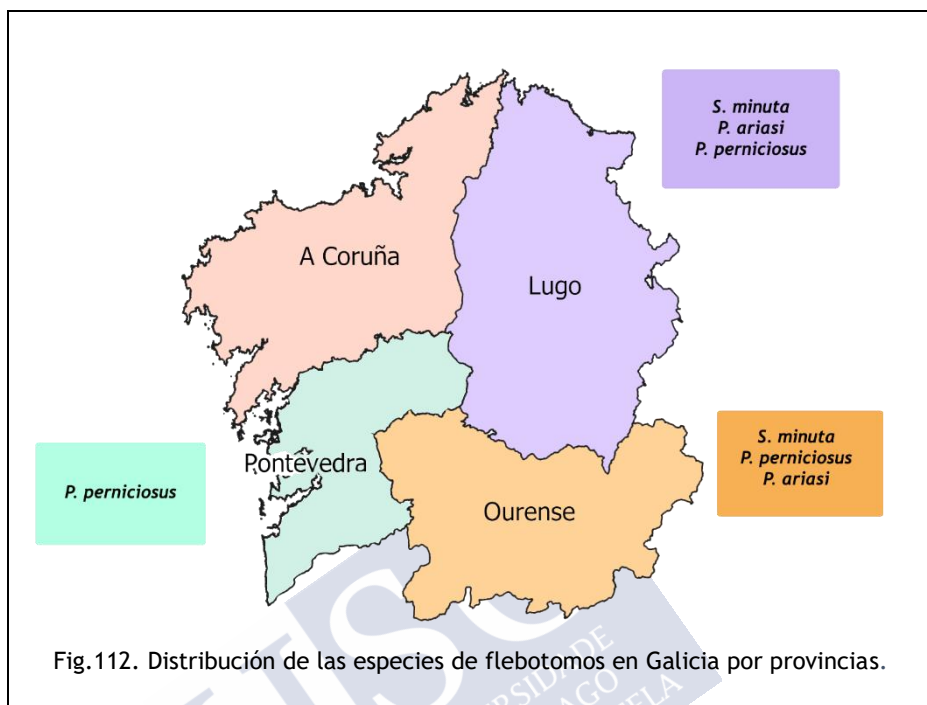


Fig. 111. Distribución de los flebotomos.

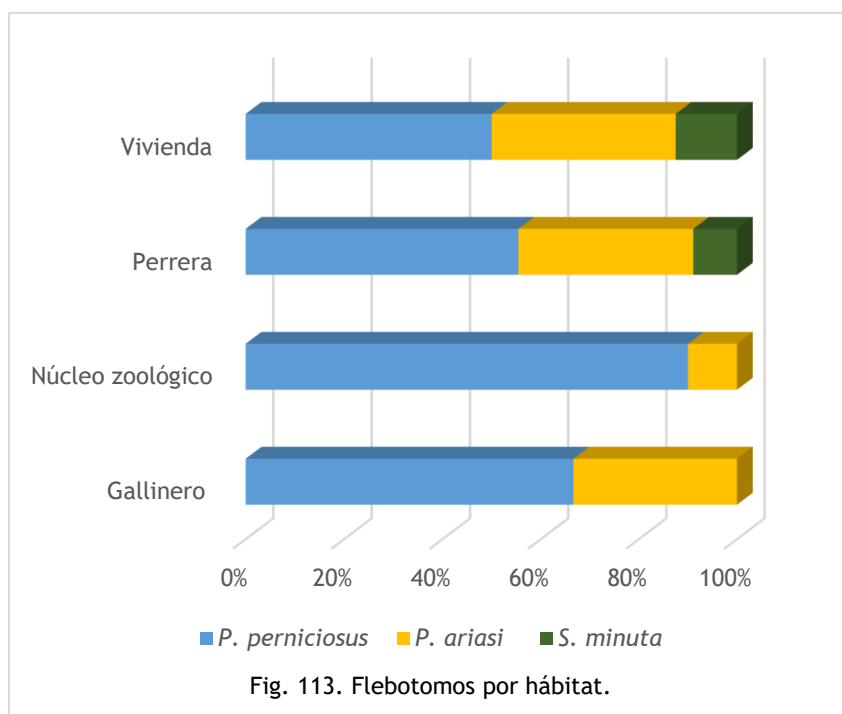


En la Fig. 112 se describe la distribución de las tres especies en las provincias gallegas, Gálvez *et al.* (2020) encontraron *P. perniciosus* en Pontevedra, pero no estaba descrita su presencia en Lugo.

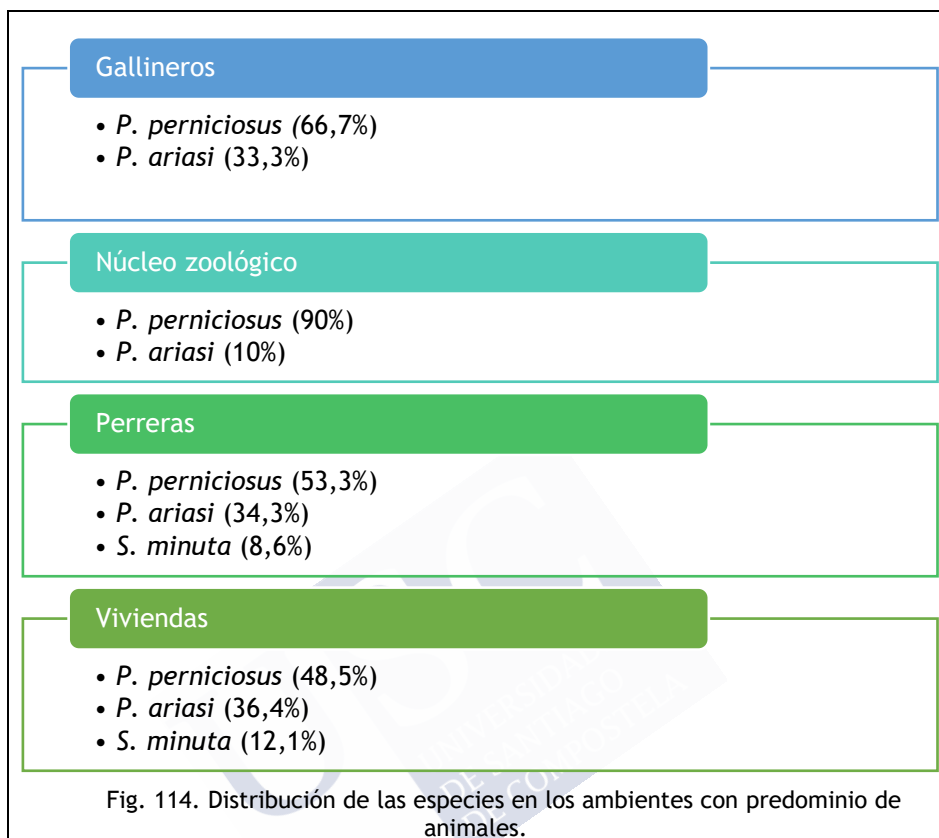
4.4.3. Abundancia de las especies por hábitat

No se encontraron flebotomos en ambientes asociados a hospedadores humanos (bodegas de vino, entorno natural, área de servicio y otros locales). Se ha visto que las vías muy transitadas perturban a estos insectos y que los locales situados en cascos urbanos, no favorecen su presencia porque no son adecuados como lugares de cría (Alcover *et al.*, 2014). Pueden parecer una contradicción los hallazgos en la categoría “vivienda”, sin embargo, se trataba de casas con patios exteriores en los que había perros.

Los adultos se capturaron en ambientes con predominancia de hospedadores animales (Fig. 113). Se ha comprobado que la cercanía de animales aumenta la probabilidad de encontrar estos insectos casi en un 90% (Barón *et al.*, 2011). En este estudio se consideran los gallineros como un entorno diferenciado, debido a que las gallinas son “animales centinela” de la leishmaniosis (Alexander *et al.*, 2002).



El porcentaje de especies entre las distintas categorías se refleja en la Fig. 114.



Estos resultados son similares a los encontrados en estudios análogos con diferencias atribuibles a las variaciones ambientales de las diferentes zonas geográficas. En todos ellos, *P. perniciosus* es la especie más abundante, lo que coincide con nuestros resultados (Tabla 34).

El porcentaje de capturas *P. ariasi* (33%) fue muy superior al descrito en zonas del Mediterráneo y de la meseta, y similar al encontrado en el norte de España por Aransay *et al.* (2004), posiblemente debido a que prefiere zonas más húmedas y frías.

Tabla 34. Abundancia de flebotomos en diferentes ambientes.

Localidad	Tipo de local	Composición	Cita
Norte España	Granjas y viviendas	<i>P. ariasi</i> y <i>P. perniciosus</i>	Aransay <i>et al.</i> , 2004
Mediterráneo (España)	Perreras y granjas	<i>P. perniciosus</i> (62%), <i>P. sergentii</i> (23%), <i>P. papatasi</i> (8%), <i>S. minuta</i> (6%) y <i>P. ariasi</i> (1%) <i>P. perniciosus</i> (80%), <i>P. papatasi</i> (10%), <i>P. sergentii</i> (5%), <i>S. minuta</i> (4%), <i>P. ariasi</i> y otras especies (menos del 1%).	Muñoz <i>et al.</i> , 2018 Risueño <i>et al.</i> , 2017
Meseta España	Entorno rural	<i>P. perniciosus</i> (93,4%), <i>P. ariasi</i> (6,6%)	Durán-Martínez, 2012
Sur Italia	Perreras	<i>S. minuta</i> > <i>P. perniciosus</i> > <i>P. neglectus</i>	Tarallo <i>et al.</i> , 2010

La aparición de *P. perniciosus* en ambientes con diferentes especies animales refleja su gran plasticidad ecológica (Munstermann, 2019) y su patrón alimentario oportunista (De Colmenares *et al.*, 1995). Tiene preferencia por mamíferos, entre ellos, rumiantes domésticos, humanos, roedores y lagomorfos, sin embargo también se alimentan de aves de corral (Martins, 2011).

Un estudio realizado en Portugal constató que *P. perniciosus* es una especie muy abundante en zonas peridomésticas (incluyendo recintos con animales). Asimismo, se observó una correlación positiva entre los recintos con perros y ovejas y su presencia (Martins, 2011). En este estudio, en todas las viviendas en las que se capturaron flebotomos cumplían la condición de albergar uno o más perros en el exterior (Fig. 115).

En general, la presencia de animales aumenta la probabilidad de encontrar *P. perniciosus*, puesto que la materia fecal proporciona un hábitat ideal para el desarrollo de las larvas y como los adultos poseen poca capacidad de vuelo, la cercanía de las zonas de cría a sus potenciales hospedadores favorece su ciclo vital (Alcover *et al.*, 2014).



Fig. 115. Local positivo a la presencia de flebotomos.

P. ariasi fue la segunda especie más capturada. Se ha relacionado con ambientes rurales y periurbanos próximos a animales domésticos y a humanos (Abonnenc, 1972). Poco se conoce de la ecología de esta especie, no obstante, se ha visto que los adultos pueden volar hasta 2 km (Killick-Kendrick *et al.*, 1986) y eligen agujeros de paredes próximas a carreteras y zonas pobladas para descansar, también leñeras cerca de animales y casas con jardín con al menos un perro (Alexander, 2000; Martins, 2011).

Las hembras se alimentan de aves y de mamíferos, entre ellos los humanos (Guy *et al.*, 1984), aunque si hay personas y perros disponibles, prefieren alimentarse de los segundos (De Colmenares *et al.*, 1995).

La altitud y sobre todo el clima determinan la presencia de *P. perniciosus* y *P. ariasi* (Aransay *et al.*, 2004). En la Tabla 35 se detalla la altitud a la que se encontraron las dos especies de flebotomos en Galicia y lo descrito por otros autores.

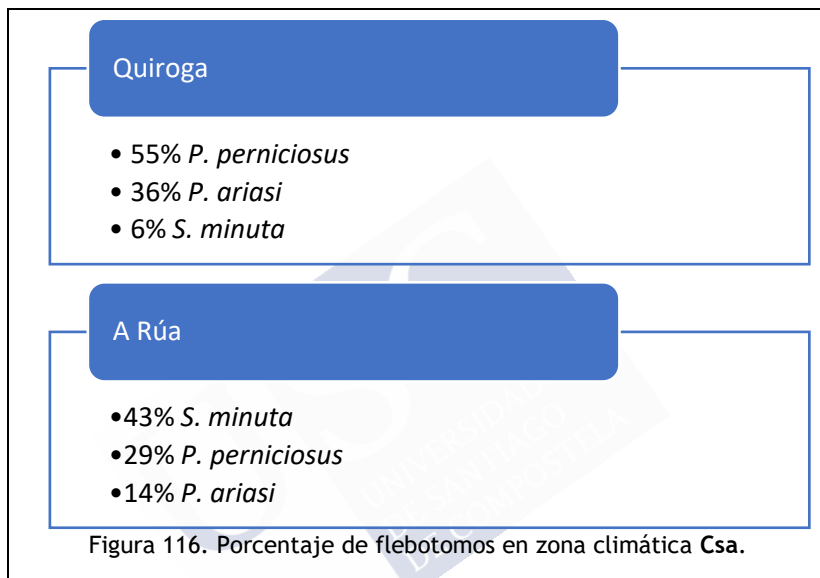
Tabla 35. Presencia de flebotomos y altitud.

Localidad	Altitud (msnm)		Referencia
	<i>P. perniciosus</i>	<i>P. ariasi</i>	
Europa	0-1534	10-2.168	Ballart <i>et al.</i> , 2012
Sur de España	769-153		Barón <i>et al.</i> , 2011.
Galicia	302-420	309-380	

La especie *S. minuta* se ha encontrado en ambientes rurales y urbanos. Prefiere alimentarse de reptiles (Gálvez *et al.*, 2010) pero al ser oportunista puede hacerlo de mamíferos, especialmente humanos y roedores (González *et al.*, 2020). Al igual que en el caso de *P. perniciosus*, parece que la proximidad de ovejas y perros también favorece su presencia. Los hallazgos de este estudio en caniles y viviendas se ajustan a lo descrito en caniles, casas, pocilgas y corrales (Martins, 2011; Risueño *et al.*, 2017).

4.4.4. Fenología de los flebotomos en clima Csa

Para el estudio de la fenología de los flebotomos, se monitorizaron dos perreras que se encontraban en zona climática **Csa**, una en la provincia de Lugo (Quiroga) y la otra en Ourense (A Rúa). En ambas, se identificaron las tres especies de flebotomos (Fig. 116).



Los flebotomos son insectos ectotérmicos que necesitan altas temperaturas para su desarrollo y supervivencia. La temperatura ideal varía entre los 15°-35°C y necesitan que, al menos durante tres meses al año, las temperaturas superen los 15,6°C, ya que por debajo de los 10°C entran en diapausa. El desarrollo larvario tiene lugar en zonas oscuras ricas en materia orgánica (Medlock *et al.*, 2014).

P. ariasi se ha asociado con zonas más húmedas y frías que *P. perniciosus* (Gálvez *et al.*, 2010) aunque para ambas especies las temperaturas mínimas y la humedad durante el invierno son factores limitantes (Trájer *et al.*, 2018). Además de las precipitaciones, el viento también afecta negativamente el vuelo de estos insectos (ECDC, 2020).

Lucientes (2017) señala que en España, la actividad de los adultos comienza entre marzo y junio, dependiendo de la zona, y termina entre octubre-noviembre, cuando las precipitaciones aumentan y baja la temperatura.

4.4.4.1. Perreras

En las zonas en donde están situados los caniles de este estudio: Quiroga y A Rúa (Fig. 117), las temperaturas medias adecuadas para el vuelo de los flebotomos se concentran en los meses estivales y no se extienden hasta el otoño como sucede en otras zonas de España con clima **Csa**, lo que da lugar a variaciones en la densidad y la dinámica estacional de estos vectores incluso en una misma localidad (Alten *et al.*, 2016).

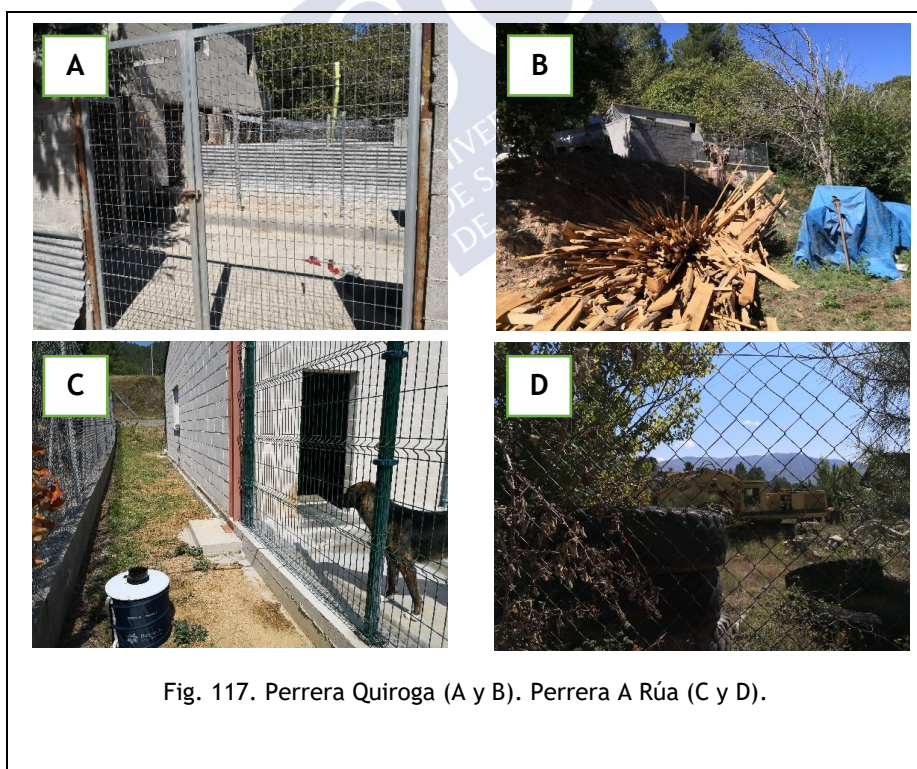


Fig. 117. Perrera Quiroga (A y B). Perrera A Rúa (C y D).

En la siguiente tabla (Tabla 36), se representan los valores climáticos mensuales:

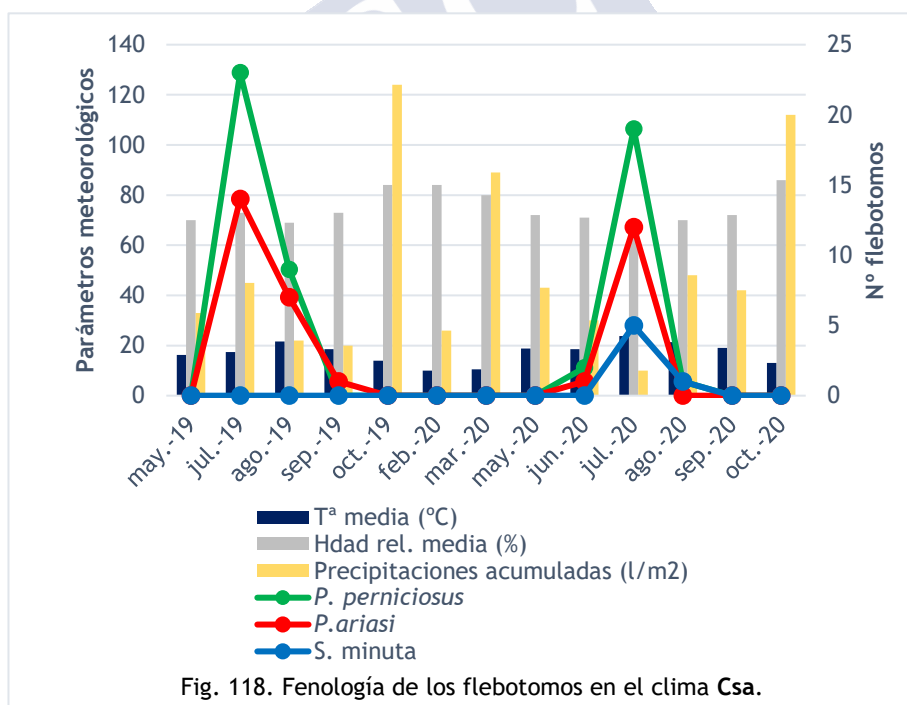
Tabla 36. Temperaturas, humedad relativa, precipitaciones y medias mensuales para los principales meses de muestreo en Quiroga (Csa).

Año	Mes	T ^a media(°C)	T ^a máx (°C)	T ^a mín (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (l/m2)
2019	may	16,3	24,49	7,8	70	33
	jun	17,4	24,59	10,5	73	45
	jul	22,3	30,75	15	69	23
	ago	21,6	29,86	13,9	69	22
	sep	18,5	27,98	10,9	73	20
	oct	14,4	20,85	9,4	86	26
2020	may	18,8	27,03	11,1	74	64
	jun	18,6	25,71	11,6	71	30
	jul	23,8	33,51	14,7	63	10
	ago	21,3	29,31	14	70	48
	sep	19	27,83	11,9	72	40
	oct	13,1	19,01	8,5	86	112

El desarrollo óptimo de los flebotomos requiere temperaturas comprendidas en el rango entre 17 y 30°C. Temperaturas por encima de 40°C destruyen los huevos y las larvas, y por debajo de 10°C retrasan el desarrollo larvario, llegandolos a matar si descienden de 0°C.

La humedad necesaria es muy alta, cercana a la saturación. Pero suelos encharcados más o menos permanentemente, o muy secos, no ofrecen buenos sitios para criar (Lucientes *et al.*, 2005).





En la Fig. 118 se puede observar la fenología de las diferentes especies de flebotomos capturadas en este estudio. Tanto *P. perniciosus* (línea verde) como *P. ariasi* (línea roja) comienzan el vuelo cuando las temperaturas medias alcanzan los 17°C (junio), y desaparecen a finales de verano (en agosto *P. perniciosus* y en septiembre *P. ariasi*). La especie *S. minuta* (línea azul), fue detectada por primera vez en el periodo de julio a agosto del 2020. La aparición de las especies coincide con los periodos de temperatura media más altos, y cuando las precipitaciones y humedades relativas medias son más bajas. No hubo capturas de ninguna especie entre octubre y junio, meses en los que las temperaturas medias caen por debajo de los 13°C.



En este estudio solo se apreció un pico de abundancia para *P. perniciosus*, al contrario de lo que se describe en otros trabajos (Gálvez *et al.*, 2010). La tendencia unimodal de este estudio podría deberse al corto periodo de actividad de estos insectos en Galicia, ya que las tendencias multimodales se dan cuando los periodos de actividad más largos favorecen más de una generación anual (Alten *et al.*, 2016). El único pico observado en julio para *P. ariasi*, está en concordancia con lo que ocurre en otras partes de Europa (Alten *et al.*, 2016) y la ligera prolongación en el tiempo de esta especie corrobora su mayor tolerancia a temperaturas más bajas.

Al comparar la fenología de las especies *P. perniciosus* y *P. ariasi* con otras zonas del territorio español clasificadas como **Csa**, el periodo de actividad es más corto (Tabla 37), similar a la fenología del norte de Italia donde el periodo de actividad dura desde junio hasta septiembre (Bongiorno *et al.*, 2003).

En zonas climáticas **Csa** de la mitad sur de Galicia, *P. perniciosus* parece ser la especie mejor adaptada ya que es la que con mayor frecuencia se ha encontrado y podría llevar a considerar que exista un gradiente térmico que limite la presencia de estos insectos en zonas más frías. Considerando que el cambio climático también va a influir en la expansión de los flebotomos hacia el norte (Koch *et al.*, 2017), estos hallazgos pueden cambiar en los próximos años.

Tabla 37. Fenología de los flebotomos.														
MESES DEL AÑO														
Flebotomos	Localidad	Clima	en	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
	España (1)													
<i>P. perniciosus</i>	Quiroga	Csa												
	Murcia (2)	Csa												
	Centro España (3)	Csa												
	Sur España (4)	Csa												
	Italia													
<i>P. ariasi</i>	Quiroga	Csa												
	Centro España (3)	Csa												
	Sur España (4)	Csa												
Referencias: (1) Lucientes, 2017 (2) Risueño <i>et al.</i> , 2017 (3) Gálvez <i>et al.</i> , 2010 (4) Bravo-Barriga <i>et al.</i> , 2016 (5) Bongiorno <i>et al.</i> , 2003. Leyenda: Presencia  Elevada abundancia  Ausencia  No hay datos 														

4.5. COMPETENCIA VECTORIAL DE LOS DÍPTEROS DETECTADOS EN GALICIA.

Para entender la dinámica de las enfermedades que transmiten los vectores en una determinada zona, resulta imprescindible conocer su fenología, los hospedadores de los que se alimentan y la presencia de los patógenos en el área en estudio. Algunos vectores tienen un amplio rango de hospedadores y pueden transmitir enfermedades entre animales, y entre animales y personas (zoonosis) (Ribeiro y Valenzuela, 2011). Los mosquitos que pican a animales y también a humanos son considerados *vectores puente* (Calzolari, 2016). En la Fig. 119 se detallan las preferencias de hospedador de los culícidos capturados en este estudio. A excepción de *Cx. hortensis*, el resto de las especies tienen competencia vectorial comprobada en la naturaleza o en el laboratorio para transmitir diferentes patógenos, actuando como vectores biológicos y en algunos casos mecánicos (Tablas 38-40).

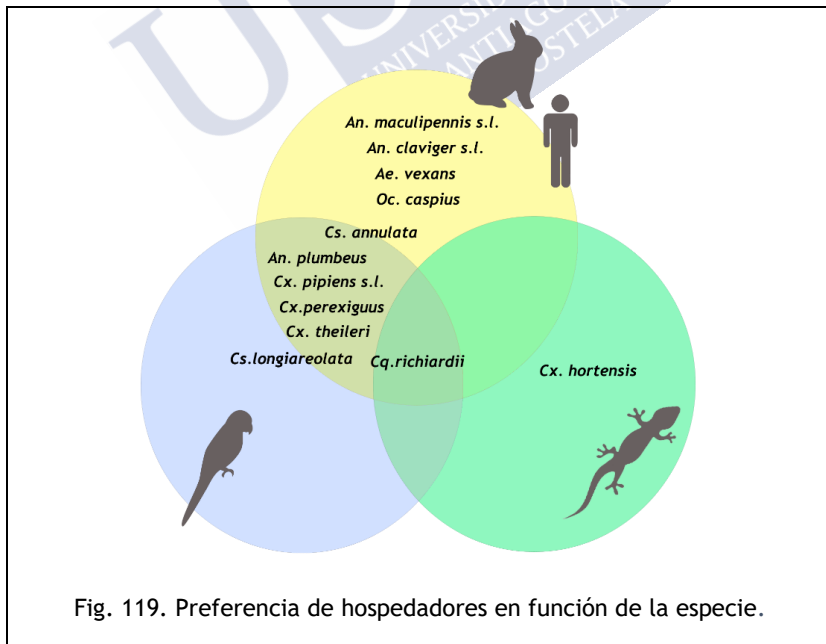


Tabla 38. Mosquitos como vectores.

	VECTOR BIOLÓGICO										VECTOR MECÁNICO	MOLESTIA	
	<i>Plasmodium</i> spp. (humano)	<i>Plasmodium</i> spp. (aviar)	<i>Dirofilaria</i> spp.	WNV	TAHV	BATV	SINV	USUV	Mixoma virus	FVRV	Tularemia	Mixoma virus	
Ae. vex			VC	VC	VC			L		VC	¿?		X
Ae. cas				VC	VC				VC		VC	VC	
An. mac	VC		VC	VC	VC	VC	VC	VC			VC		
An. plum	VC		VC	L									X
An. clav	PV		VC	-	VC	VC					VC		
Cx. hort	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
Cx.uni/perex				VC			VC	VC		VC			
Cx. pip		VC	VC	VC	VC		VC	VC			L		X
Cx. thei			VC	VC			VC						X
Cq. rich			VC	VC		VC	VC						X
Cs. lon		VC		L									
Cs. annu		VC		VC					VC			VC	
ANIM		X	X	X		X	X	X	X		X	X	X
HUM	X		X	X		X	X	X		X			X

Referencias: Benelli y Mehlhorn, 2018; Becker *et al.*, 2010; Calzolari, 2016; ECDC, 2014. **Leyenda:** especies mosquitos: Ae.vex (*Ae. vexans*), Ae. cas (*Ae. caspius*), An. mac (*An. maculipennis s.l.*), An. plum (*An. plumbeus*), An. clav (*An. claviger s.l.*), Cx.hor (*Cx. hortensis*), Cx. uni/perex (*Cx. univittatus/perexiguus*), Cx. pip (*Cx. pipiens s.l.*), Cx. thei (*Cx. theileri*), Cq. rich (*Cq. richiardii*), Cs. lon (*Cs. longiareolata*), Cs. annu (*Cs. annulata*) / VC = Vector competente, PV= (Potencial vector), L= laboratorio, ¿?= Vector sospechoso. ANIM: animales; HUM: humanos

Destaca la competencia de *An. maculipennis s.l.* y *An. claviger s.l.* y la especie *An. plumbeus* para transmitir *P. vivax* y *P. falciparum*, causantes de la malaria o paludismo humano (Schaffner *et al.*, 2012; ECDC, 2014). El complejo *Maculipennis* está compuesto por al menos once especies, todas ellas muy similares morfológicamente (Kampen *et al.*, 2016), pero con diferente competencia para la transmisión del parásito, por lo que su presencia en una determinada zona no significa que exista un riesgo real de paludismo (Becker *et al.*, 2010). Los casos que se han detectado de malaria humana en Galicia en los últimos años están ligados a personas procedentes de países endémicos, pero hay que tener en cuenta que en Europa, la

enfermedad está en aumento debido al movimiento de personas por lo que existe un riesgo de reemergencia sobre todo en los países del sur (Piperaki y Daikos, 2016).

Otras especies de *Plasmodium* spp. infectan a gran variedad de aves (Valkiūnas y Iezhova, 2018). Dentro de las especies de mosquitos capturadas en este estudio, *Cx. pipiens* s.l., *Cs. longiareolata* y *Cs. annulata* pueden transmitir la malaria aviar (Schaffner *et al.*, 2001).

La dirofilariosis es una enfermedad que afecta a cánidos sin embargo, se ha visto que es una zoonosis que puede causar serias infecciones en humanos, sobre todo en lugares con mucha prevalencia de dirofilariosis canina (Tahir *et al.*, 2019). Los mosquitos implicados en la transmisión pertenecen a distintas especies: *Ae. vexans*, *An. maculipennis* s.l., *An. plumbeus*, *An. claviger* s.l., *Cx. pipiens* s.l., *Cx. theileri* y *Cq. richiardii* (Benelli y Mehlhorn, 2018). Teniendo en cuenta que la prevalencia de dirofilariosis canina en algunas zonas de Galicia ronda el 6,39%; nivel de otras zonas consideradas endémicas (Montoya-Alonso *et al.*, 2020), se debe considerar el peligro que supone la amplia distribución en la Comunidad Gallega de *Culex pipiens* s.l., sobre todo en la zona **Cfb** donde hay constancia de la presencia del parásito.

Los mosquitos capturados son vectores competentes de virus que provocan enfermedades a animales y personas (Tabla 38). Los arbovirus Usutu y West Nile afectan a humanos y a animales. Estos dos virus comparten vectores y uno de los más importantes es *Cx. pipiens* s.l., que actúa como puente entre aves y mamíferos (Vázquez *et al.*, 2011). Las aves autóctonas y migratorias son reservorios de ambos (Martinet *et al.*, 2019) y en el caso de West Nile los humanos y caballos son hospedadores accidentales (Brault, 2009). Aunque España se considera un país endémico para West Nile, de momento no se han encontrado anticuerpos frente al Usutu (Vázquez *et al.*, 2011).

Cx. pipiens s.l. fue la especie más abundante y mejor distribuida en el territorio gallego, comprobándose que está adaptada a los diferentes climas. En zonas climáticas **Csa** su actividad comienza cuando la temperatura supera los 13°C y cesa cuando cae por debajo

de los 10°C. Se ha encontrado en ambientes próximos a humanos y animales.

Con respecto al virus de la fiebre del Valle del Rift, aunque ausente en España, las predicciones hechas por Sánchez-Vizcaíno *et al.* (2013) en base a una posible introducción, sitúan al territorio gallego como uno de los que presenta mayor riesgo de padecer futuros brotes. Esta afirmación la relaciona con la elevada carga ganadera y las abundantes precipitaciones que favorecen los hábitats larvarios de los vectores. En este trabajo, *Ae. vexans* se encontró exclusivamente en áreas fluviales con zona climática **Csa** sobre todo durante el periodo estival cuando las temperaturas medias exceden los 18°C. En Galicia no hay constancia de la circulación de los virus mencionados en animales, sin embargo, se constató la presencia de vectores competentes, e incluso del aislamiento de WNV en ejemplares de *Cx. pipiens s.l.* (Sanidade Animal, 2011).

Cx. theileri es un mosquito termofílico encontrado en zonas climáticas **Csa** y **Csb** de Galicia ligado sobre todo con la proximidad de hospedadores mamíferos. Se considera vector de los virus BATV, TAHV y vector secundario de WNV. Sin embargo, el riesgo asociado a esta especie en la Comunidad Gallega no parece alto debido a su aparente limitada dispersión y al corto periodo de actividad demostrado en el clima **Csa** (mayo a septiembre) cuando las temperaturas superan los 15°C.

Con respecto a los *Culicoides*, destaca la presencia de *C. obsoletus s.l.*, vector de los virus de LA, PEA y EHE (Tabla 39). La fenología de *C. obsoletus s.l.* está muy ligada al riesgo de transmisión de Lengua Azul en España, especialmente en el norte, mientras que en el sur del país la especie más importante es *C. imicola* (Lucientes *et al.*, 2008).

Tabla 39. *Culicoides* como vectores.

		C. obs	C. scot	C. imp	C. fest	C. clas	C. circ	C. kib	C. punc	ANIM	HUM
VECTOR BIOLÓGICO	Lengua Azul	VC	VC			-			¿?	X	
	Virus de Schmallenberg	VC	VC			-			PV	X	
	Peste Equina Africana (PEA)	VC	VC						VC	X	
	Enfermedad Epizootica Hemorrágica	VC	VC			-			VC	X	
	Parásitos hemosporidios	VC	VC	VC	VC	-	VC	VC	VC	X	
MOLESTIA		X		X						X	X
ALERGIAS		X	X							X	

Referencias: González-González de Heredia y Goldarazena-Lafuente, 2011; Carpenter *et al.*, 2013; Larska *et al.*, 2013; Barceló, 2019; Bernotienė *et al.*, 2019. **Leyenda** especies *Culicoides*: C. obs (*C. obsoletus* s.l.), C. scot (*C. scoticus*), C. imp (*C. impunctatus*), C. fest (*C. festivipennis*), C. clas (*C. clastrieri*), C. circ (*C. circumscriptus*), C. kib (*C. kibunensis*), C. punc (*C. punctatus*) / VC = Vector competente, PV= (Potencial vector), L= laboratorio, ¿?= Vector sospechoso. ANIM: animales; HUM: humanos

El VLA puede replicarse en el vector cuando la temperatura se mantiene por encima de los 12°C, y en caso contrario, está latente hasta que las condiciones sean las adecuadas (Mullens *et al.*, 1995). Es muy importante conocer la presencia de los *Culicoides* con competencia vectorial, para determinar el periodo “libre de Lengua Azul” definido como el periodo libre de circulación del virus. Con este fin, es necesario tener datos de al menos dos años (EFSA, 2008).

En el contexto de la Vigilancia de la Lengua Azul en Galicia, Lucientes *et al.* (2008), detectaron puntualmente la presencia de *C. imicola*. Este hecho se considera accidental ya que de momento las precipitaciones en el norte de España no permiten su asentamiento (Ducheyne *et al.*, 2013; EFSA, 2017). No obstante, debido al aumento gradual de las temperaturas, los modelos de predicción señalan la posible expansión de *C. imicola* hacia el norte del país (Brugger y Rubel, 2013; Lucientes, 2014) y en Galicia las zonas climáticas Csa

serían un entorno muy adecuado para su instalación (Fernández y Diéguez, 2006).

Los primeros casos de LA en Galicia aparecieron en 2007 y desde 2015 no se ha diagnosticado ninguno. La regulación del estado sanitario, exigido para el transporte de animales entre territorios, controla la introducción del virus en la Comunidad por lo que de momento el riesgo se considera bajo.

C. obsoletus s.l. es también vector competente de la PEA. Para Sánchez-Matamoros *et al.* (2014), Galicia tiene un riesgo bajo de que se instaure esta enfermedad debido a que la población de caballos es pequeña. A pesar de esto, y dado que el vector está presente nunca se puede subestimar la aparición de casos.

En cuanto a los flebotomos las especies *P. ariasi* y *P. perniciosus* capturados en zonas climáticas Csa son considerados los principales vectores de *L. infantum* en España (Tabla 40). Debido a la elevada plasticidad ecológica, *P. perniciosus*, es el vector más importante de *Leishmania* spp. en el Mediterráneo, sin embargo, se cree que *P. ariasi* podría hacerle la competencia, sobre todo en zonas más frías (Koch *et al.*, 2017).

Tabla 40. Flebotomos como vectores.

		P. per	P. ari	S. min	ANIM	HUM
VECTOR BIOLÓGICO	<i>Leishmania</i> spp.	VC	VC	¿?	X	X
	<i>Sauroleishmania</i>			VC	X	
	Phlebovirus	VC	VC			X

Referencias: Killick-Kendrick, 1990; Alkan *et al.*, 2013; CCAES, 2019. **Leyenda:** especies flebotomos: P. per (*P. perniciosus*), P. ari (*P. ariasi*), S. min (*S. minuta*) / VC = Vector competente, ¿? = Vector sospechoso. ANIM: animales; HUM: humanos.

La actividad de los flebotomos y su abundancia condiciona la aparición y diseminación de la enfermedad e indica el periodo de

riesgo de transmisión (Amusategui *et al.*, 2004; Gálvez *et al.*, 2020). El hallazgo de estos insectos en el presente estudio coincide con la zona gallega en que la leishmaniosis canina es endémica.

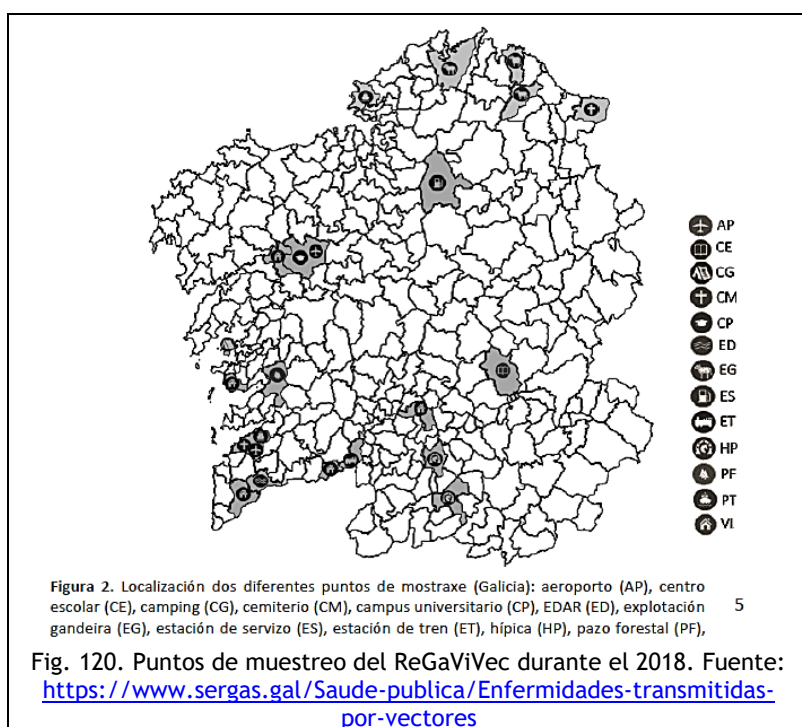
En las zonas **Csa** monitorizadas comprobamos que se encuentran activos cuando las temperaturas medias oscilan entre 17°-22°C, y desaparecen por debajo de los 13°C. Este conocimiento unido a los hábitos zoo-antropofílicos de las especies detectadas, señalan un riesgo alto de leishmaniosis que se debe de enfocar bajo el concepto *One Health*.

Estudios predictivos realizados por Maia y Cardoso (2015) indican que el cambio climático aumentará la distribución de la enfermedad hacia el norte de Europa.



4.6. APORTACIONES A UNA RED DE VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA

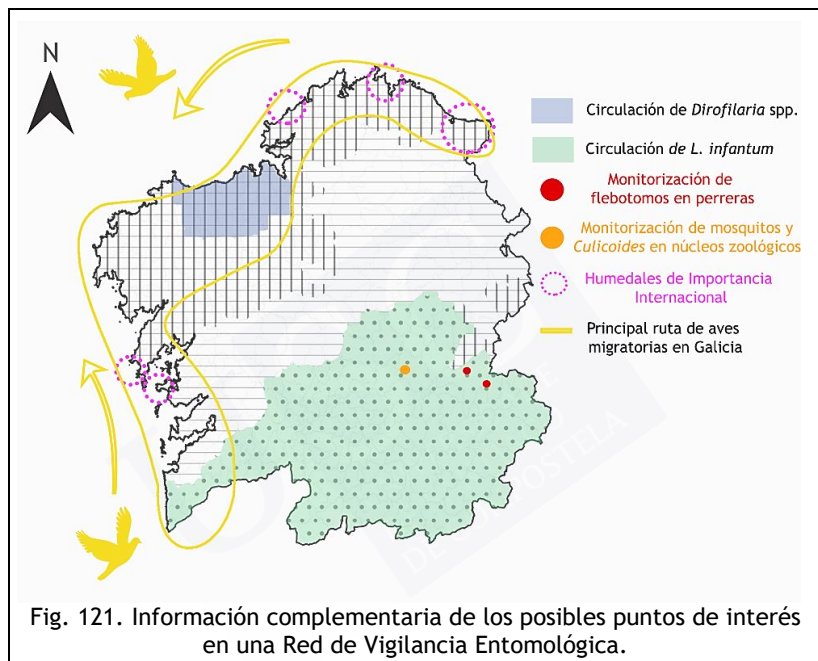
Desde el año 2017, la *Rede Gallega de Vixilancia de Vectores* (ReGaViVec) contribuye al conocimiento de los vectores mediante la colocación de trampas en las diferentes zonas de la Comunidad (Fig. 120). La elección de los puntos de muestreo no es estática, ya que con el paso del tiempo se ha ido adaptando e incorporando nuevas localidades en función de los hallazgos obtenidos.



En la Fig. 121 se aporta información sobre nuevas localizaciones en las que resultaría interesante colocar trampas según los vectores y las épocas en las que se debe empezar la monitorización.

En 2018 se propuso la incorporación de la granja PRODEME como punto fijo del ReGaViVec, para la monitorización que se venía haciendo hasta entonces colocando las trampas en el instituto de

Monforte de Lemos. Los vectores capturados en la explotación ganadera han permitido identificar vectores que no estaban descritos en la zona y el conocimiento de la fenología del complejo *Obsoletus*, muy ligado a la epidemiología del VLA. Por lo que se propone monitorizar en núcleos zoológicos considerados en la red, sobre todo en los que albergan hospedadores susceptibles a este arbovirus.



Los resultados obtenidos corroboran la importancia de colocar trampas de luz en caniles para el entendimiento de la fenología de los flebotomos. Los buenos resultados obtenidos en las dos perreras localizadas en el clima **Csa**, indican que son lugares adecuados para conocer la distribución y actividad de los flebotomos, lo cual resulta imprescindible para diseñar medidas preventivas para controlar la leishmaniosis canina y humana.

Con respecto a la dirofilariosis, el progresivo aumento de la seroprevalencia en perros residentes en el norte de Galicia (**Cfb**) junto

con la confirmación de vectores competentes, recalca la conveniencia de intensificar el muestreo en esas áreas y advierte a la población para que proteja a los perros con collares repelentes de insectos sin olvidar que algunas filarias son agentes zoonóticos.

Finalmente, la confirmación de la ubicuidad y abundancia de *Cx. pipiens s.l.* en toda la Comunidad supone un hallazgo a tener en cuenta en la compleja dinámica del WNV. A partir de los datos obtenidos, se aconseja colocar nuevos puntos de muestreo en los humedales gallegos.



5.-CONCLUSIONES/CONCLUSIONS



5. CONCLUSIONES

- 1.- En Galicia existe gran diversidad de culícidos con capacidad vectorial. La elevada presencia de *Cx. pipiens s.l.* y su distribución a lo largo de esta región, resaltan la importancia de llevar a cabo la vigilancia pasiva en animales centinelas entre los meses de abril a octubre.
- 2.- En zonas climáticas **Csb** de Galicia con dirofilariosis canina es aconsejable adoptar medidas para evitar las picaduras de culícidos de mayo a octubre.
- 3.- La identificación del complejo *Maculipennis* y de *Aedes vexans* señalan la posibilidad de que ocurra la transmisión de *Plasmodium* spp. y del virus de la fiebre del Valle del Rift, respectivamente.
- 4.- Las zonas de Galicia con clima **Csa** tienen mayor diversidad de *Culicoides*, siendo *Culicoides obsoletus s.l.* la especie mejor adaptada.
- 5.- La inactividad de los adultos de *Culicoides obsoletus s.l.* entre los meses de noviembre y mayo sugieren que no existe riesgo de transmisión del virus de la Lengua Azul en esta época.
- 6.- Es importante vigilar la presencia de flebotomos en núcleos zoológicos localizados en áreas de clima **Csa**.
- 7.- Deben considerarse medidas para prevenir la leishmaniosis durante el periodo de julio a septiembre, en el que los flebotomos se encuentran activos.

CONCLUSIONS

- 1.- In Galicia there is a great mosquito diversity with vectorial capacity. The high presence of *Cx. pipiens s.l.* and its distribution throughout this region, highlight the importance of carrying out passive surveillance in sentinel animals between April and October.
- 2.- In **Csb** climate areas of Galicia with canine dirofilariasis it is advisable to adopt measures to avoid mosquito bites from May to October.
- 3.- The identification of the *Maculipennis* complex and *Aedes vexans* indicates the possibility of *Plasmodium* spp. and Rift Valley fever virus transmission, respectively.
- 4.- Galician areas with a **Csa** climate have a greater diversity of *Culicoides*, with *Culicoides obsoletus s.l.* being the best adapted species.
- 5.- The inactivity of adult *Culicoides obsoletus s.l.* between November and May suggests that there is no risk of bluetongue virus transmission during this period.
- 6.- It is important to monitor the presence of phlebotomine sandflies in zoological nuclei located in **Csa** climate areas.
- 7.- Measures to prevent leishmaniasis should be considered during the period July to September, when sandflies are active.

6.-RESUMEN/RESUMO/SUMMARY



6. RESUMEN

Para el control de las enfermedades transmitidas por vectores resulta imprescindible conocer la distribución y fenología de los mismos. Con el trabajo de esta Tesis Doctoral se buscó profundizar en el conocimiento de la presencia de los vectores de las familias Culicidae, Ceratopogonidae y Psychodidae en la Comunidad Autónoma Gallega.

Teniendo en cuenta la clasificación climática de Köppen, Galicia se identifica como área **Csb** (mediterráneo con veranos frescos), aunque se describen zonas con **Cfb** (oceánico templado) y **Csa** (mediterráneo). Para conocer la distribución de los dípteros en las diferentes áreas climáticas se realizaron capturas de adultos y de larvas en distintas localizaciones, que se eligieron en función de las preferencias de hospedador, ecosistemas ligados a ciclos vitales, lugares con gran afluencia de personas/vehículos, y también puntos de acceso a la Comunidad Autónoma Gallega que se consideran zonas de riesgo para la introducción de especies invasoras.

La fenología de los vectores se estableció seleccionando unas localizaciones fijas para la recogida periódica (quincenal/mensual) de los vectores en zonas con clima **Csa** y **Csb**. En este caso se recogieron adultos con trampas de luz y atrayente químico y larvas con ovitrampas. Se identificaron doce especies de la familia Culicidae pertenecientes a los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* y *Coquillettidia*.

El mosquito *Cx. pipiens s.l.* es la especie más abundante y mejor distribuida en toda la Comunidad Autónoma Gallega. Se encontró en ambientes con animales y también en viviendas y otras localizaciones antropogénicas. Del estudio de su fenología en una zona **Csa** mediante la captura de adultos se apreció un aumento de individuos cuando la temperatura media mensual supera los 13°C, hasta alcanzar la mayor

abundancia durante los meses de verano, con los valores más altos de temperatura media y mínimas precipitaciones. A partir del otoño aumentan las precipitaciones y las temperaturas medias caen por debajo de los 13°C y los adultos de *Cx. pipiens s.l.* desaparecen. Con el estudio de la presencia y abundancia de las larvas en la zona climática **Csb** se comprobó que la actividad comienza cuando la temperatura media supera los 13°C y termina cuando desciende de 10°C. De estos datos se puede deducir que el tiempo de actividad de *Cx. pipiens s.l.* es más corto en el clima **Csb** que en el **Csa**.

En relación con los hallazgos de la familia Ceratopogonidae se identificaron siete especies de *Culicoides*, más abundantes en la zona climática **Csa** y asociados sobre todo a ambientes con hospedadores animales. De las especies identificadas se determinó la fenología del complejo *Obsoletus* ya que se considera vector muy eficaz del virus de la Lengua Azul en el norte del país. Con la captura de adultos se comprobó que los ejemplares aumentaban en primavera, alcanzando la mayor abundancia cuando las temperaturas medias rondaban 17°-18°C, de mayo a junio, y que disminuían de forma drástica en agosto, cuando las temperaturas superan los 20°C. Se estableció de esta manera que, desde el mes de noviembre hasta principios de mayo no están activos.

Las especies identificadas de la familia Psychodidae fueron, *Phlebotomus perniciosus*, *Phlebotomus ariasi* y *Sergentomya minuta*. Los adultos se capturaron en ambientes con predominancia de hospedadores animales en la zona climática **Csa** donde hay constancia de leishmaniosis canina. Al determinar la fenología de las dos especies de flebotomos se comprobó que *P. perniciosus* y *P. ariasi* comienzan el vuelo cuando las temperaturas medias alcanzan los 17°C, y desaparecen a finales de verano (en agosto *P. perniciosus* y en septiembre *P. ariasi*). No hubo capturas de ninguna especie entre octubre y junio, meses en los que las temperaturas medias caen por debajo de los 13°C. En este estudio solo se apreció un pico de abundancia para *P. perniciosus*, hallazgo que podría deberse al corto periodo de actividad de estos insectos en Galicia, que solo favorece una generación anual. El único pico observado en julio para *P. ariasi*,

y la ligera prolongación en el tiempo de esta especie, corrobora su mayor tolerancia a temperaturas más bajas.

Al relacionar los dípteros encontrados con competencia vectorial y la presencia o riesgo de introducción de patógenos en Galicia, destaca la presencia de *An. maculipennis s.l.* y *An. claviger s.l.* y la especie *An. plumbeus* para transmitir *P. vivax* y *P. falciparum*, causantes de la malaria o paludismo humano. Aunque en Galicia los casos de paludismo detectados no son autóctonos, existe un riesgo de reemergencia debido al aumento del turismo.

Teniendo en cuenta la prevalencia de dirofilariosis canina en algunas zonas de Galicia con clima **Csb**, se debe considerar el peligro que supone la amplia distribución en la Comunidad Gallega de *Cx. pipiens s.l.*, y tampoco se puede olvidar que esta infección parasitaria es una zoonosis.

El complejo *Obsoletus* es vector competente del virus de la Lengua Azul y su fenología está muy ligada al riesgo de transmisión de la enfermedad en el norte de España. A pesar de que en Galicia no se diagnosticaron casos desde el año 2015, es necesaria la monitorización del vector para establecer las épocas en las que no existe riesgo de infección.

La captura de *P. perniciosus* y *P. ariasi* en zonas climáticas **Csa** de Galicia en donde hay constancia del diagnóstico de *L. infantum*, alerta de la importancia de establecer medidas preventivas para evitar nuevas infecciones en los perros, reservorios fundamentales de la leishmaniosis humana.

RESUMO

Para o control das enfermidades transmitidas por vectores resulta imprescindible coñecer a distribución e fenoloxía dos mesmos. Co traballo desta Tese Doutoral buscouse profundar no coñecemento da presenza dos vectores das familias Culicidae, Ceratopogonidae e Psychodidae na Comunidade Autónoma Galega.

Tendo en conta a clasificación climática de Köppen, Galicia identifícase como área **Csb** (veráns frescos mediterráneos), aínda que se describen as áreas con climas **Cfb**, (oceánico temperado) e **Csa** (mediterráneo). Para coñecer a distribución dos dípteros nas distintas áreas climáticas, capturáronse adultos e larvas en diferentes lugares elixidos en función das preferencias do hóspede, ecosistemas ligados aos ciclos vitais, lugares cunha gran afluencia de persoas/vehículos, e tamén entradas e saídas dende a Comunidade Autónoma Galega, xa que considéranse áreas de risco para a introdución de especies invasoras.

A fenoloxía dos vectores avalíase mediante a selección de puntos fixos con recollida periódica (quincenal/mensual) en zonas con clima **Csa** e **Csb**. Neste caso os adultos capturáronse con trampas de luz e atrayente químico e as larvas con ovitrampas.

Identificáronse doce especies da familia Culicidae pertencentes aos xéneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* e *Coquillettidia*. O mosquito *Cx. pipiens s. l.* é a especie máis abundante e mellor distribuída en toda a Comunidade Autónoma Galega. Atopouse en ambientes con predominio de animais e tamén en vivendas e outras localizacións antropoxénicas. Do estudo da fenoloxía nunha zona **Csa** mediante a captura de adultos, apreciouse un aumento de individuos cando a temperatura media mensual supera os 13°C, ata alcanzar a maior abundancia durante os meses de verán cos valores máis altos de temperatura media e mínimas precipitacións. A partir do outono cando as precipitacións aumentan e as temperaturas medias caen por baixo dos 13°C, os adultos de *Cx. pipiens s.l.* desaparecen. Co seguimento da presenza e abundancia das larvas na zona climática **Csb** comprobouse que a actividade comeza cando a temperatura media excede os 13°C e termina cando descende de 10°C. Destes datos pódese deducir que o tempo de actividade de *Cx. pipiens s. l.* é máis curto no clima **Csb** que no **Csa**.

En relación cos achados da familia Ceratopogonidae, identificáronse sete especies de *Culicoides*, máis abundantes na zona climática **Csa** e asociados sobre todo a ambientes con predominancia de hóspedes animais. Das especies identificadas determinouse a fenoloxía do complexo *Obsoletus* xa que se considera un vector moi

eficaz do virus da Lingua Azul no norte do país. Coa captura de adultos comprobouse que os exemplares aumentaban na primavera, alcanzando a maior abundancia cando as temperaturas medias roldaban 17°-18°C (maio a xuño), e que diminuían de forma drástica en agosto, cando as temperaturas superan os 20°C. Estableceuse desta maneira que, dende o mes de novembro ata principios de maio non están activos.

As especies identificadas da familia Psychodidae foron, *Phlebotomus perniciosus*, *Phlebotomus ariasi* e *Sergentomya minuta*. Os adultos capturáronse en ambientes con predominancia de hóspedes animais na zona climática **Csa** onde hai constancia de leishmaniose canina. Ao determinar a fenoloxía das dúas especies de flebotomos comprobouse que tanto *P. perniciosus* como *P. ariasi* comezan o voo cando as temperaturas medias alcanzan os 17°C e desaparecen a finais de verán (*P. perniciosus* en agosto e *P. ariasi* en setembro). Non houbo capturas de ningunha especie entre outubro e xuño, meses nos que as temperaturas medias caen por baixo dos 13°C. Neste estudo só aprecieuse un pico de abundancia para *P. perniciosus*, este achado podería deberse ao curto período de actividade destes insectos en Galicia, que só favorece unha xeración anual. O único pico observado en xullo para *P. ariasi*, e a lixeira prolongación no tempo desta especie corrobora a súa maior tolerancia a temperaturas máis baixas.

Ao relacionar os dípteros atopados con competencia vectorial e a presenza ou risco de introdución de patóxenos en Galicia destaca a presenza de *An. maculipennis s.l.* y *An. claviger s.l.* e a especie *An. plumbeus* para transmitir *P. vivax* e *P. falciparum*, causantes da malaria ou paludismo humano. Aínda que en Galicia os casos de paludismo detectados non son autóctonos, existe un risco de reemergencia debido ao aumento do turismo.

Tendo en conta a prevalencia da dirofilarioses canina nalgúns zonas de Galicia con clima **Csb**, débese considerar o perigo que supón a ampla distribución do mosquito *Cx. pipiens s. l.* na comunidade galega, xa que se trata dunha infección parasitaria zoonótica.

O complexo *Obsoletus* é vector competente do virus da Lingua Azul e coñecer a súa fenoloxía é crucial para unha correcta avaliación do risco no norte de España. Aínda que non se diagnosticaron casos en

Galicia desde 2015, segue sendo necesario o seguimento do vector para determinar un período de baixo risco de transmisión.

A captura de *P. perniciosus* e *P. ariasi* en zonas climáticas **Csa** de Galicia onde hai constancia do diagnóstico de *L. infantum* alerta da importancia de establecer medidas preventivas para evitar novas infeccións nos cans reservorios fundamentais da leishmanioses humana.

SUMMARY

The understanding of vector distribution and phenology has become essential when it comes to vector-borne diseases surveillance. The aim of this Doctoral Thesis was to deepen in the knowledge of vector presence related to the families Culicidae, Ceratopogonidae and Psychodidae in the Galician Autonomous Community.

According to climate classification by Köppen, Galicia is classified as **Csb** (mediterranean with cool summers), although areas with **Cfb** (temperate oceanic) and **Csa** (mediterranean) are also described. In order to know dipterans distribution within the climatic areas, adult and larvae trapping was performed at different locations. This election was made according to host preferences, ecosystems linked to life cycles, places with a large influx of people/vehicles, and entries and exits from the Galician Autonomous Community, considered as risk areas for the introduction and spread of invasive species.

The phenology of the vectors was established by selecting fixed points for periodic (fortnightly/monthly) collection in areas with **Csa** and **Csb** climate. For adult sampling light and lure traps were set and for larvae surveillance ovitraps were employed.

Twelve species of the family Culicidae belonging to the genera *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* and *Coquillettidia* were identified. *Cx. pipiens s.l.* was the most abundant and best distributed mosquito throughout Galicia. It was found in animal environments, dwellings and other anthropogenic surroundings. After studying adult phenology

in a **Csa** zone an increase of individuals was observed when monthly temperature exceeds 13°C, reaching the highest abundance during summer months when the highest average temperature values and minimum rainfall are registered. From autumn onwards, when rainfall increases and average temperatures fall below 13°C, adults of *Cx. pipiens s.l.* disappear. By monitoring the presence and abundance of larvae in a **Csb** zone, it was found that activity begins when the average temperature exceeds 13°C and ends when it falls below 10°C. From these data it can be deduced that the activity period for *Cx. pipiens s.l.* is shorter in the **Csb** climate than in the **Csa** climate.

In relation to the family Ceratopogonidae findings, seven species of *Culicoides* were identified with higher abundance in the **Csa** climate and mainly associated with environments with a predominance of animal hosts. Among all the species found, the phenology of the *Obsoletus* complex was determined, as it is considered to be a very effective vector of bluetongue virus in the north of the country. Adult surveillance showed an increase during spring, reaching highest abundance when average temperatures were around 17°-18°C (May - June), and a drastic decrease was observed in August, when temperatures exceeds 20°C. It was thus established, that between November and May they remain dormant.

The species *Phlebotomus perniciosus*, *Phlebotomus ariasi* and *Sergentomyia minuta* of the family Psychodidae were identified. Adults were captured in animal premises in the **Csa** climatic zone where canine leishmaniasis is known to occur. When determining the phenology of sandfly species, it was found that both *P. perniciosus* and *P. ariasi* flight starts when average temperatures reach 17°C and they disappear in late summer (August for *P. perniciosus* and September for *P. ariasi*). Absence of sandflies was recorded between October and June, months when average temperatures fall below 13°C. During the study, a unimodal peak was observed for *P. perniciosus*; this finding could be due to the short activity period of these insects in Galicia, which only favours one generation per year. The single peak observed in July for *P. ariasi*, and its slight prolongation in time corroborates its greater tolerance to lower temperatures.

When relating the species found with their vectorial competence and the presence of risk of pathogens introduction in Galicia, the *Maculipennis* and *Claviger* complexes and the *An. Plumbeus* species stand out as they are important in the transmission of *P. vivax* and *P. falciparum*, which cause human malaria. Although the malaria cases detected in Galicia are not autochthonous yet, there is a risk of re-emergence due to the increase in tourism.

Taking into account the prevalence of canine dirofilariasis in some areas of Galicia with a **Csb** climate, and the wide distribution of *Cx. pipiens* in the territory, risk concerning this parasitic infection should not be neglected due to its zoonotic nature.

The *Obsoletus* complex is a competent vector of bluetongue virus and understanding its phenology is crucial for a correct risk assessment in the North of Spain. Although no cases have been reported in Galicia since 2015, it is still necessary to monitor the vector to determine a period of low transmission risk.

The detection of *P. perniciosus* and *P. ariasi* in the **Csa** climate zone in Galicia, where there is evidence of *L. infantum* diagnosis, warns of the importance of establishing preventive measures to avoid new infections in dogs, the main reservoirs of human leishmaniasis.



7.-BIBLIOGRAFÍA



7. BIBLIOGRAFÍA

- Abonnenc, E. (1972). *Les phlébotomes de la région éthiopienne (Diptera, Psychodidae)*. Chambéry: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. O.R.S.T.O.M Editeur.
- AEMET. (2018). Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016). En: Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica.
- Alarcón-Elbal, P. M., y Lucientes, J. (2012). Actualización del catálogo de *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera, Ceratopogonidae) de España. *Graellsia*, 68(2), 353–362. <https://doi.org/10.3989/graellsia.2012.v68.064>.
- Alarcón-Elbal, P. M. (2015). *Estudio de los dípteros mamófilos del género Culicoides Latreille, 1809 (Diptera, Ceratopogonidae) potenciales vectores de patógenos al ganado en Castilla-La Mancha*. Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza.
- Alcover, M., Ballart, C., Martín-Sánchez, J., Serra, T., Castillejo, S., Portús, M., y Gállego, M. (2014). Factors influencing the presence of sand flies in Majorca (Balearic Islands, Spain) with special reference to *Phlebotomus perniciosus*, vector of *Leishmania infantum*. *Parasites and Vectors*, 7(1), 421. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-421>.
- Alexander, B. (2000). Sampling methods for phlebotomine sandflies. *Medical and Veterinary Entomology*, 14(2), 109–122. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2000.00237.x>.
- Alexander, B., Lopes de Carvalho, R., McCallum, H., y Pereira, M. H.

- (2002). Role of the domestic chicken (*Gallus gallus*) in the epidemiology of urban visceral leishmaniasis in Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, 8(12), 1480–1485. <https://doi.org/10.3201/eid0812.010485>.
- Alkan, C., Bichaud, L., de Lamballerie, X., Alten, B., Gould, E. A., y Charrel, R. N. (2013). Sandfly-borne phleboviruses of Eurasia and Africa: epidemiology, genetic diversity, geographic range, control measures. *Antiviral Research*, 100(1), 54–74. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2013.07.005>.
- Almeida, A.P.G., Galão, R. P., Sousa, C. A., Novo, M. T., Parreira, R., Pinto, J., ... Esteves, A. (2008). Potential mosquito vectors of arboviruses in Portugal: species, distribution, abundance and West Nile infection. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(8), 823–832. <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2008.03.011>.
- Almeida, A. P. G., Freitas, F. B., Novo, M. T., Sousa, C. A., Rodrigues, J. C., Alves, R., y Esteves, A. (2010). Mosquito surveys and West Nile Virus screening in two different areas of Southern Portugal, 2004–2007. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 10(7), 673–680. <https://doi.org/10.1089/vbz.2009.0245>.
- Alten, B., Ozbel, Y., Ergunay, K., Kasap, O. E., Cull, B., Antoniou, M., ... Medlock, J. M. (2015). Sampling strategies for phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Europe. *Bulletin of Entomological Research*, 105(6), 664–678. <https://doi.org/10.1017/S0007485315000127>.
- Alten, B., Maia, C., Afonso, M. O., Campino, L., Jiménez, M., González, E., ... Gradoni, L. (2016). Seasonal dynamics of phlebotomine sand fly species proven vectors of Mediterranean leishmaniasis caused by *Leishmania infantum*. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 10(2), e0004458. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004458>.
- Amusategui, I., Sainz, A., Aguirre, E., y Tesouro, M. A. (2004).

- Seroprevalence of *Leishmania infantum* in Northwestern Spain, an area traditionally considered free of Leishmaniasis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1026(1), 154–157. <https://doi.org/10.1196/annals.1307.022>.
- Aransay, A. M., Testa, J. M., Morillas-Marquez, F., Lucientes, J., y Ready, P. D. (2004). Distribution of sandfly species in relation to canine leishmaniasis from the Ebro Valley to Valencia, Northeastern Spain. *Parasitology Research*, 94(6), 416–420. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1231-4>.
- Ballart, C., Barón, S., Alcover, M. M., Portús, M., y Gállego, M. (2012). Distribution of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Andorra: first finding of *P. perniciosus* and wide distribution of *P. ariasi*. *Acta Tropica*, 122(1), 155–159. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.11.011>.
- Barbet, J. L. (2014). Ectoparasites of Horses. En: *Equine Infectious Diseases* (2nd Edition, pp. 495-504e2). <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0891-8.00059-2>.
- Barceló Seguí, C. (2019). *Bionomía y modelos de abundancia estacional de las especies del género Culicoides (Diptera; Ceratopogonidae) en España, con especial interés en los vectores del virus de la Lengua Azul*. Tesis Doctoral Universidad de las Islas Baleares.
- Barceló, C., y Miranda, M. A. (2020). Development and lifespan of *Culicoides obsoletus* s.s. (Meigen) and other livestock-associated species reared at different temperatures under laboratory conditions. *Medical and Veterinary Entomology*, 35(2), 187–201. <https://doi.org/10.1111/mve.12487>.
- Barceló, C., Purse, B. V., Estrada, R., Lucientes, J., Miranda, M. Á., y Searle, K. R. (2020). Environmental drivers of adult seasonality and abundance of biting midges *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), bluetongue vector species in Spain. *Journal of Medical Entomology*, 58(1), 350–364. <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa160>.

- Barker, C. M., y Reisen, W. K. (2019). Epidemiology of vector-borne Diseases. En: *Medical and Veterinary Entomology* (pp. 33–49). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00004-2>.
- Barón, S. D., Morillas-Márquez, F., Morales-Yuste, M., Díaz-Sáez, V., Irigaray, C., y Martín-Sánchez, J. (2011). Risk maps for the presence and absence of *Phlebotomus perniciosus* in an endemic area of leishmaniasis in Southern Spain: implications for the control of the disease. *Parasitology*, 138(10), 1234–1244. <https://doi.org/10.1017/S0031182011000953>.
- Barrientos, J. A. (2004). *Curso práctico de entomología* (1ª Edición). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C., y Kaiser, A. (2010). *Mosquitoes and Their Control* (2nd Edition). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-92874-4>.
- Benelli, G., y Mehlhorn, H. (2018). *Mosquito-borne diseases* (1st Edition). Switzerland: Springer.
- Bernotienė, R., Žiegytė, R., Vaitkutė, G., y Valkiūnas, G. (2019). Identification of a new vector species of avian haemoproteids, with a description of methodology for the determination of natural vectors of haemosporidian parasites. *Parasites and Vectors*, 12(307), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3559-8>.
- Biogents. (n.d.). Biogents imita el olor humano. Consultado el 26 de marzo 2020, en <https://eu.biogents.com/biogents-imita-el-olor-humano/?lang=es>.
- Birnberg, L., Talavera, S., Aranda, C., Núñez, A. I., Napp, S., y Busquets, N. (2019). Field-captured *Aedes vexans* (Meigen, 1830) is a competent vector for Rift Valley fever phlebovirus in Europe. *Parasites and Vectors*, 12(1), 484. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3728-9>.
- Blanco Ciudad, J. (2017). *Distribución de dípteros vectores en el suroeste español y consecuencias sanitarias debido a especies*

productoras de miasis invasoras y autóctonas. Tesis Doctoral Universidad de Extremadura.

- Bobeva, A., Zehindjiev, P., Ilieva, M., Dimitrov, D., Mathis, A., y Bensch, S. (2015). Host preferences of ornithophilic biting midges of the genus *Culicoides* in the Eastern Balkans. *Medical and Veterinary Entomology*, 29(3), 290–296. <https://doi.org/10.1111/mve.12108>.
- Bongiorno, G., Habluetzel, A., Khoury, C., y Maroli, M. (2003). Host preferences of phlebotomine sand flies at a hypoendemic focus of canine leishmaniasis in central Italy. *Acta Tropica*, 88(2), 109–116. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(03\)00190-6](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(03)00190-6).
- Borkent, A., y Wirth, W. W. (1997). World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). *American Museum of Natural History*, 233(July), 257.
- Börstler, J., Jöst, H., Garms, R., Krüger, A., Tannich, E., Becker, N., ... Lühken, R. (2016). Host-feeding patterns of mosquito species in Germany. *Parasites and Vectors*, 9(318), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1597-z>.
- Brady, O. J., y Hay, S. I. (2019). The first local cases of Zika virus in Europe. *The Lancet*, 394, 1991–1992. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32790-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32790-4).
- Brault, A. C. (2009). Changing patterns of west nile virus transmission: altered vector competence and host susceptibility. *Veterinary Research*, 40(43), 1–19. <https://doi.org/10.1051/vetres/2009026>.
- Braverman, Y. (1994). Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicidae) and control methods. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 13(4), 1175–1199. <https://doi.org/10.20506/rst.13.4.819>.
- Bravo-Barriga, D., Parreira, R., Maia, C., Afonso, M. O., Blanco-Ciudad, J., Serrano, F. J., ... Frontera, E. (2016). Detection of *Leishmania* DNA and blood meal sources in phlebotomine sand

- flies (Diptera: Psychodidae) in Western of Spain: Update on distribution and risk factors associated. *Acta Tropica*, 164, 414–424. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.10.003>.
- Bravo-Barriga, Daniel, Gomes, B., Almeida, A. P. G., Serrano-Aguilera, F. J., Pérez-Martín, J. E., Calero-Bernal, R., ... Pinto, J. (2017). The mosquito fauna of the Western region of Spain with emphasis on ecological factors and the characterization of *Culex pipiens* forms. *Journal of Vector Ecology*, 42(1), 136–147.
- Brugger, K., y Rubel, F. (2013). Characterizing the species composition of European *Culicoides* vectors by means of the Köppen-Geiger climate classification. *Parasites and Vectors*, 6(333), 1–6. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-333>.
- Bueno-Marí, R. (2010). *Bioecología, diversidad e interés epidemiológico de los culícidos mediterráneos (Diptera: Culicidae)*. Tesis Doctoral Universidad de Valencia.
- Bueno-Marí, R., y Jiménez-Peydró, R. (2011). Classification of Spanish Mosquitoes in functional groups. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 27(1), 1–7. <https://doi.org/10.2987/8756-971X-27.1.1>.
- Bueno-Marí, R., Bernués Bañeres, A., y Jiménez Peydró, R. (2012). Updated checklist and distribution maps of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Spain. *Journal of the European Mosquito Control Association*, 30, 91–126.
- Calvete, C., Estrada, R., Miranda, M. A., Borrás, D., Calvo, J. H., y Lucientes, J. (2008). Modelling the distributions and spatial coincidence of bluetongue vectors *Culicoides imicola* and the *Culicoides obsoletus* group throughout the Iberian peninsula. *Medical and Veterinary Entomology*, 22(2), 124–134. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00728.x>.
- Calzolari, M. (2016). Mosquito-borne diseases in Europe: an emerging public health threat. *Reports in Parasitology*, 5, 1–15. <https://doi.org/10.2147/rip.s56780>.

- Caracappa, S., Torina, A., Guercio, A., Vitale, F., Calabrò, A., Purpari, G., ... Mellor, P. S. (2003). Identification of a novel bluetongue virus vector species of *Culicoides* in Sicily. *Veterinary Record*, 153(3), 71–74. <https://doi.org/10.1136/vr.153.3.71>.
- Carpenter, S., Groschup, M. H., Garros, C., Felipe-Bauer, M. L., y Purse, B. V. (2013). *Culicoides* biting midges, arboviruses and public health in Europe. *Antiviral Research*, 100(1), 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2013.07.020>.
- Cazan, C. D., Păstrav, I. R., Györke, A., Oguz, G., Alten, B., y Mihalca, A. D. (2019). Seasonal dynamics of a population of *Phlebotomus (Larroussius) perfiliewi* Parrot, 1930 (Diptera: Psychodidae) in North-Eastern Romania. *Parasitology Research*, 118(5), 1371–1384. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06296-9>.
- CCAES. (2013). Informe de situación y evaluación del riesgo de la Fiebre por Virus del Nilo Occidental. En: *Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Gobierno de España*.
- CCAES. (2019). Informe de situación y evaluación del riesgo por enfermedad por Flevobirus transmitidos por flebotomos en España. En: *Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES). Ministerio de Sanidad, Servicios Social e Igualdad. Gobierno de España*.
- CCAES. (2020). Evaluación rápida de Riesgo. Meningoencefalitis por el virus del Nilo Occidental en España. En: *Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES). Ministerio de Sanidad, Servicios Social e Igualdad. Gobierno de España*.
- CDC. (2014). Principles of epidemiology: glossary. Consultado el 1 de mayo de 2021, en <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/glossary.html>.

- CDC. (2018). Yellow Fever. Consultado el 20 de abril de 2021, en <https://www.cdc.gov/globalhealth/newsroom/topics/yellowfever/index.html>.
- Chordá-Olmos, F. A. (2014). *Biología de mosquitos (Diptera: Culicidae) en enclaves representativos de la Comunidad Valenciana*. Tesis Doctoral Universidad de Valencia.
- Collins, Á. B., Doherty, M. L., Barrett, D. J., y Mee, J. F. (2019). Schmallenberg virus: a systematic international literature review (2011-2019) from an Irish perspective. *Irish Veterinary Journal*, 72(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s13620-019-0147-3>.
- Consellería de Sanidade. (2019). Venres epidemiolóxico. *Folla quincenal de Información Epidemiolóxica de Galicia*, 8 (12).
- Consello da Cultura Gallega. (2008). *Historia da meteoroloxía e da climatoloxía de Galicia*. Consultado de <http://books.google.es/books?id=FF0QuOQ3AwoC>.
- Conte, A., Goffredo, M., Ippoliti, C., y Meiswinkel, R. (2007). Influence of biotic and abiotic factors on the distribution and abundance of *Culicoides imicola* and the Obsoletus complex in Italy. *Veterinary Parasitology*, 150, 333–344. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.09.021>.
- Copernicus. (2021). Copernicus: 2020 warmest year on record for Europe; globally, 2020 ties with 2016 for warmest year recorded. Consultado el 28 de abril de 2021, en: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2020-warmest-year-record-europe-globally-2020-ties-2016-warmest-year-recorded>.
- Cuéllar, A. C., Kjær, L. J., Kirkeby, C., Skovgard, H., Nielsen, S. A., Stockmarr, A., ... Bødker, R. (2018). Spatial and temporal variation in the abundance of *Culicoides* biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) in nine European countries. *Parasites and Vectors*, 11(112), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2706-y>.
- Curcó, N., Giménez, N., Serra, M., Ripoll, A., García, M., y Vives, P.

- (2008). Picaduras por mosquito tigre. Percepción de la población afectada tras el establecimiento de *Aedes albopictus* en España. *Actas Dermo-Sifiliograficas*, 99(9), 708–713. [https://doi.org/10.1016/S0001-7310\(08\)76175-1](https://doi.org/10.1016/S0001-7310(08)76175-1).
- Dantas-Torres, F., Tarallo, V. D., y Otranto, D. (2014). Morphological keys for the identification of Italian phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Parasites and Vectors*, 7(479), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13071-014-0479-5>.
- Davies, I., Vellema, P., y Roger, P. (2012). Schmallenberg virus - an emerging novel pathogen. En: *Practice*, 34(10), 598–604. <https://doi.org/10.1136/inp.e7372>.
- De Colmenares, M., Portús, M., Botet, J., Dobaño, C., Gállego, M., Wolff, M., y Seguí, G. (1995). Identification of blood meals of *Phlebotomus perniciosus* (Diptera: Psychodidae) in Spain by a competitive enzyme-linked immunosorbent assay biotin/avidin method. *Journal of Medical Entomology*, 32(3), 229–233. <https://doi.org/10.1093/jmedent/32.3.229>.
- Del Río, L., Chitimia, L., Cubas, A., Victoriano, I., De la Rúa, P., Gerrikagoitia, X., ... Berriatua, E. (2014). Evidence for widespread *Leishmania infantum* infection among wild carnivores in L. infantum periendemic northern Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 113(4), 430–435. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.12.001>.
- Del Río, R. (2012). *Estrategias de control y competencia vectorial de las especies de Culicoides vectores del virus de la Lengua Azul en Península Ibérica y Baleares*. Tesis Doctoral Universidad de las Islas Baleares.
- Depaquit, J., y Léger, N. (2018). Chapitre 12. Les phlébotomes (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). En: *Entomologie médicale et vétérinaire* (pp. 295–320). <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.22046>.
- Ducheyne, E., Chueca, M. A. M., Lucientes, J., Calvete, C., Estrada,

- R., Boender, G. J., ... Hendrickx, G. (2013). Abundance modelling of invasive and indigenous *Culicoides* species in Spain. *Geospatial Health*, 8(1), 241–254. <https://doi.org/10.4081/gh.2013.70>.
- Dujardin, J. C., Campino, L., Cañavate, C., Dedet, J. P., Gradoni, L., Soteriadou, K., ... Boelaert, M. (2008). Spread of vector - borne diseases and neglect of leishmaniasis, Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 14(7), 1013–1018. <https://doi.org/10.3201/eid1407.071589>.
- Durán-Martínez, M. (2012). *Distribución, abundancia y composición de la comunidad de dípteros hematófagos vectores de enfermedades en Castilla-La Mancha: riesgos para la salud pública y la sanidad animal*. Tesis Doctoral Universidad de Castilla-La Mancha.
- ECDC. (2012). *Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe*. <https://doi.org/10.2900/61134>.
- ECDC. (2014). *Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe*. <https://doi.org/10.2900/37227>.
- ECDC. (2018). Field sampling methods for mosquitoes, sandflies, biting midges and ticks. En *EFSA Supporting Publications* (Vol. 15). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.en-1435>.
- ECDC. (2020). Phlebotomine sand flies - factsheet for experts. Consultado el 24 de marzo de 2021, en <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/phlebotomine-sand-flies>.
- EFSA. (2008). Risk of bluetongue transmission in animal transit-scientific opinion of the panel on Animal Health and Welfare. En: *EFSA Journal* (Vol. 6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.795>.
- EFSA. (2017). A first estimation of *Culicoides imicola* and *Culicoides obsoletus/Culicoides scoticus* seasonality and abundance in Europe. En: *EFSA* (Vol. 14).

<https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.en-1182>.

- Encinas-Grandes, A. (1982). *Taxonomía y biología de los mosquitos del área salmantina (Diptera, Culicidae)*. Salamanca: CSIC, Centro de Edafología y Biología aplicada y Universidad de Salamanca.
- Ergunay, K. (2014). Phlebotomus Fever-Sandfly Fever. En: *Emerging Infectious Diseases: Clinical Case Studies* (1st Edition). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416975-3.00011-X>.
- Eritja, R., Palmer, J. R. B., Roiz, D., Sanpera-Calbet, I., y Bartumeus, F. (2017). Direct evidence of adult *Aedes albopictus* dispersal by car. *Scientific Reports*, 7(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12652-5>.
- Eritja, R., Rubido Bará, M., Delacour Estrella, S., Bengoa, M., y Ruiz Arrondo, I. (2018). Ciencia ciudadana y biodiversidad: primera cita de *Aedes (Fredwardsius) vittatus* (Bigot, 1861) (Diptera: Culicidae) en Galicia, mediante el proyecto Mosquito Alert. *Anales de Biología*, 40, 41–45.
- Eritja, R., Ruiz-Arrondo, I., Delacour-Estrella, S., Schaffner, F., Álvarez-Chachero, J., Bengoa, M., ... Bartumeus, F. (2019). First detection of *Aedes japonicus* in Spain: an unexpected finding triggered by citizen science. *Parasites and Vectors*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3317-y>.
- Farajollahi, A., Fonseca, D. M., Kramer, L. D., y Kilpatrick, A. M. (2011). “Bird biting” mosquitoes and human disease: a review of the role of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology. *Infection, Genetics and Evolution*, 11(7), 1577–1585. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.08.013>.
- Feliciangeli, M. D. (2004). Natural breeding places of phlebotomine sandflies. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(1), 71–80. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.0487.x>.
- Fernández, G., y Diéguez, F. (2006). Análisis de riesgo de lengua azul en Galicia. *14 International Congress of Mediterranean*

Federation for Health and Production Ruminants, Lugo.

- Ferraguti, M., Martínez-De La Puente, J., Roiz, D., Ruiz, S., Soriguer, R., y Figuerola, J. (2016). Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. *Scientific Reports*, 6, 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep29002>.
- Foster, W. A., y Walker, E. D. (2018). Mosquitoes (Culicidae). En *Medical and Veterinary Entomology* (3rd Edition, pp. 261–325). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814043-7.00015-7>.
- Gálvez, R., Descalzo, M. A., Miró, G., Jiménez, M. I., Martín, O., Dos Santos-Brandao, F., ... Molina, R. (2010). Seasonal trends and spatial relations between environmental/meteorological factors and leishmaniosis sand fly vector abundances in Central Spain. *Acta Tropica*, 115(1–2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.02.009>.
- Gálvez, R., Montoya, A., Cruz, I., Fernández, C., Martín, O., Checa, R., ... Miró, G. (2020). Latest trends in *Leishmania infantum* infection in dogs in Spain, Part I: Mapped seroprevalence and sand fly distributions. *Parasites and Vectors*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04081-7>.
- Garea-González, M. T., y Armindo R., F. (1977). Antibodies to arboviruses in northwestern Spain. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 26(4), 792–797.
- Geier, M., Rose, A., Grunewald, J., y Jones, O. (2006). New mosquito traps improve the monitoring of disease vectors. *International Pest Control*, 48(3), 124–126.
- Gil-Collado, J., Morillas-Márquez, F., y Sanchís-Marín, M. C. (1989). Los flebotomos en España. *Revista de Sanidad e Higiene Publica*, 63(5–6), 15–34.
- Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., y Patz, J. A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9), 1136–1147.

- Goffredo, M., Catalani, M., Federici, V., Portanti, O., Marini, V., Mancini, G., ... Savini, G. (2015). Vector species of *Culicoides* midges implicated in the 2012-2014 bluetongue epidemics in Italy. *Veterinaria Italiana*, 51(2), 131–138. <https://doi.org/10.12834/VetIt.771.3854.1>.
- González R.,C., Maguiña V., C., Heras M., F., y Conde-Salazar G., L. (2007). Bartonellosis (Fiebre de la Oroya o Verruga Peruana): ¿Enfermedad ocupacional? *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 53(209), 35–41. <https://doi.org/10.4321/S0465-546X2007000400006>.
- González-González de Heredia, M., y Goldarazena-Lafuente, A. (2011). *El género Culicoides en el País Vasco*. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- González, E., Jiménez, M., y Molina, R. (2019). *Primera cita de Phlebotomus perniciosus, vector de Leishmania infantum, en la provincia de Pontevedra*. 325. Pontevedra: Libro de resúmenes XXI Congreso SOCEPA.
- González, E., Molina, R., Aldea, I., Iriso, A., Tello, A., y Jiménez, M. (2020). *Leishmania* sp. detection and blood-feeding behaviour of *Sergentomyia minuta* collected in the human leishmaniasis focus of Southwestern Madrid, Spain (2012–2017). *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(3), 1393–1400. <https://doi.org/10.1111/tbed.13464>.
- González, M., López, S., Mullens, B. A., Baldet, T., y Goldarazena, A. (2013). A survey of *Culicoides* developmental sites on a farm in northern Spain with a brief of immature habitats of European species. *Veterinary Parasitology*, 191(1–2), 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.08.025>.
- González, M., López, S., y Alarcón-Elbal, P. M. (2015). Blood-feeding Diptera (Culicidae and Ceratopogonidae) in an urban park of the city of Vitoria-Gasteiz (Basque Country , Spain). *Journal of the European Mosquito Control Association*, 33(July), 10–14.

- González, M. A., Goiri, F., Barandika, J. F., y García-Pérez, A. L. (2020). *Culicoides* biting midges and mosquito fauna at three dog and cat shelters in rural and periurban areas in Northern Spain. *Medical and Veterinary Entomology*, 35(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/mve.12471>.
- Gratz, N. G. (2004). Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(3), 215–227. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00513.x>.
- Guy, M. W., Killick-Kendrick, R., Gill, G. S., Rioux, J., y Bray, R. S. (1984). Ecology of Leishmaniasis in the south of France. Determination of the hosts of *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921 in the Cévennes by bloodmeal analyses. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 59(5), 449–458.
- Harbach, R. (2008). Culicidae Classification-Mosquito Taxonomic Inventory. Consultado el 19 de marzo de 2020, en: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>.
- Harrup, L. E., Purse, B. V., Golding, N., Mellor, P. S., y Carpenter, S. (2013). Larval development and emergence sites of farm-associated *Culicoides* in the United Kingdom. *Medical and Veterinary Entomology*, 27(4), 441–449. <https://doi.org/10.1111/mve.12006>.
- Hendrickx, G., Gilbert, M., Staubach, C., Elbers, A., Mintiens, K., Gerbier, G., y Ducheyne, E. (2008). A wind density model to quantify the airborne spread of *Culicoides* species during north-western Europe bluetongue epidemic, 2006. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(1–2), 162–181. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.06.009>.
- Heym, E. C., Kampen, H., y Walther, D. (2018). Mosquito species composition and phenology (Diptera, Culicidae) in two German zoological gardens imply different risks of mosquito-borne pathogen transmission. *Journal of Vector Ecology*, 43(1), 80–88. <https://doi.org/10.1111/jvec.12286>.

- Hoffmann, B., Scheuch, M., Höper, D., Jungblut, R., Holsteg, M., Schirrmeier, H., ... Beer, M. (2012). Novel Orthobunyavirus in Cattle, Europe, 2011. *Emerging Infectious Diseases*, 18(3), 469–472.
- IGE. (2019). Número de turistas internacionais con destino principal en Galicia e España. Consultado el 29 de abril de 2021, en: [https://www.ige.eu/igebdt/esqv.jsp?ruta=verTabla.jsp?OP=1yB=1yM=yCOD=8563yR=0\[2019\]yC=9924\[12\];1\[0\]yF=yS=ySCF=.](https://www.ige.eu/igebdt/esqv.jsp?ruta=verTabla.jsp?OP=1yB=1yM=yCOD=8563yR=0[2019]yC=9924[12];1[0]yF=yS=ySCF=)
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., y Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990–993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>.
- Kampen, H., Schäfer, M., Zielke, D. E., y Walther, D. (2016). The *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in Germany: an update following recent monitoring activities. *Parasitology Research*, 115(9), 3281–3294. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5189-9>.
- Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., y Kühn, I. (2011). Invasive species in Europe: ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe*, 23(1), 23. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-23-23>.
- Killick-Kendrick, R., Wilkes, T. J., Alexander, J., Bray, R. S., Rioux, J. A., y Bailly, M. (1985). The distance of attraction of CDC light traps to phlebotomine sandflies. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 60(6), 763–767. <https://doi.org/10.1051/parasite/1985606763>.
- Killick-Kendrick, R., Wilkes, T. J., Bailly, M., Bailly, I., y Righton, L. A. (1986). Preliminary field observations on the flight speed of a phlebotomine sandfly. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 80(1), 138–142. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(86\)90213-0](https://doi.org/10.1016/0035-9203(86)90213-0).
- Killick-Kendrick, R. (1990). Phlebotomine vectors of the

- leishmaniasis: a review. *Medical and Veterinary Entomology*, 4(1), 1–24.
- Kilpatrick, A. M. (2011). Globalization, land use, and the invasion of West Nile Virus. *Science*, 334(6054), 323–327. <https://doi.org/10.1126/science.1201010>.
- Kilpatrick, A. M., y Randolph, S. E. (2012). Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic diseases. *The Lancet*, 380(9857), 1946–1955. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61151-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61151-9).
- Koch, L. K., Kochmann, J., Klimpel, S., y Cunze, S. (2017). Modeling the climatic suitability of leishmaniasis vector species in Europe. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13822-1>.
- Larska, M., Lechowski, L., Grochowska, M., y Zmudziński, J. F. (2013). Detection of the Schmallerberg virus in nulliparous *Culicoides obsoletus/scoticus* complex and *C. punctatus*. The possibility of transovarial virus transmission in the midge population and of a new vector. *Veterinary Microbiology*, 166(3–4), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.07.015>.
- Lawyer, P. G., y Perkins, P. V. (2004). Leishmaniasis and trypanosomiasis. En: *Medical Entomology* (pp. 231–298). https://doi.org/10.1007/978-94-007-1009-2_8.
- León-Sanz, C. M., Collantes, F., y Martínez-Ortega, E. (1999). Revisión de la colección Nájera de flebotomos (Diptera, Psychodidae) depositada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. *Graellsia*, 55(1), 217–221. <https://doi.org/10.3989/graellsia.1999.v55.i0.330>.
- Lucientes, J., Castillo, J. A., Gracia, M. J., y Peribáñez, M. Á. (2005). Flebotomos, de la biología al control. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VI(8), 1–8.
- Lucientes, J., Calvete, C., Estrada, R., Miranda, M. A., Del Río, R., y Borrás, D. (2008). Los vectores de la Lengua Azul:

- conocimientos básicos de su bioecología. El Programa Nacional de Vigilancia Entomológica de la Lengua Azul en España. *XXXIII Jornadas Científicas y XII Internacionales de La Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC)*, 40–51. Almería: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.
- Lucientes, J. (2014). Efectos del cambio climático en el ciclo de insectos del género *Culicoides*. *Albéitar*, (179), 20–21.
- Lucientes, J. (2017). Los flebotomos vectores de la leishmaniasis en España. En: Dirección General de Salud Pública. Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid, *Brote de Leishmaniasis en Fuenlabrada y otros municipios de la Comunidad de Madrid: el papel de las liebres y los conejos como reservorios* (Mayo 2017, pp. 17–22).
- Maia, C., y Cardoso, L. (2015). Spread of *Leishmania infantum* in Europe with dog travelling. *Veterinary Parasitology*, 213(1–2), 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.05.003>.
- Mands, V., Kline, D. L., y Blackwell, A. (2004). *Culicoides* midge trap enhancement with animal odour baits in Scotland. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(4), 336–342. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00516.x>.
- MAPA. (2019). *Manual práctico de operaciones en la lucha contra la Lengua Azul (LA)*.
- Martín-Sánchez, J., Morales-Yuste, M., Acedo-Sánchez, C., Barón, S., Díaz, V., y Morillas-Márquez, F. (2009). Canine leishmaniasis in Southeastern Spain. *Emerging Infectious Diseases*, 15(5), 795–798. <https://doi.org/10.3201/eid1505.080969>.
- Martinet, J. P., Ferté, H., Failloux, A. B., Schaffner, F., y Depaquit, J. (2019). Mosquitoes of North-Western Europe as potential vectors of arboviruses: a review. *Viruses*, 11(11), 1–18. <https://doi.org/10.3390/v11111059>.
- Martínez-Barciela, Y., Pereira Martínez, J. M., Silva-Torres, M. I.,

- Pouse Ortega, Á., Otero González, J. C., y Garrido González, J. (2020). First records of *Anopheles (Anopheles) plumbeus* Stephens, 1828 and *Culex (Culex) torrentium* Martini, 1925 (Diptera: Culicidae) in Galicia (NW Spain). *Journal of Vector Ecology*, 45(2), 306–311. <https://doi.org/10.1111/jvec.12401>.
- Martínez-Barciela, Y., González, A. P., Rial, D. G., y González, J. G. (2021). First records of five species of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Galicia, including the first evidence of the genus *Coquillettidia* in Northwestern Spain. En: *Journal of Vector Ecology* (Vol. 46).
- Martínez-De La Puente, J., Martínez, J., Ferraguti, M., Morales-De La Nuez, A., Castro, N., y Figuerola, J. (2012). Genetic characterization and molecular identification of the bloodmeal sources of the potential bluetongue vector *Culicoides obsoletus* in the Canary Islands, Spain. *Parasites and Vectors*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-147>.
- Martínez-De La Puente, J., Figuerola, J., y Soriguer, R. (2015). Fur or feather? Feeding preferences of species of *Culicoides* biting midges in Europe. *Trends in Parasitology*, 31(1), 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.11.002>.
- Martins Branco, S. I. (2011). *Estudo dos flebótomos (Diptera, Phlebotominae), vectores de Leishmania sp. no Concelho de Torres Novas, Portugal*. Tesis Doctoral Universidade Nova de Lisboa Instituto de Higiene e Medicina Tropical.
- Masny, A., Gołab, E., Cielecka, D., y Sałamatin, R. (2013). Vector-borne helminths of dogs and humans. *Parasites and Vectors*, 6(16), 1–14. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-38>.
- McCall, J. W., Genchi, C., Kramer, L. H., Guerrero, J., y Venco, L. (2008). Heartworm disease in animals and humans. En *Advances in Parasitology* (Vol. 66, pp. 193–285). [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)00204-2](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)00204-2).
- Medlock, J. M., Snow, K. R., y Leach, S. (2005). Potential

- transmission of West Nile virus in the British Isles: an ecological review of candidate mosquito bridge vectors. *Medical and Veterinary Entomology*, 19(1), 2–21. <https://doi.org/doi:10.1111/j.0269-283X.2005.00547.x>.
- Medlock, J. M., Hansford, K. M., Bortel, W. Van, Zeller, H., y Alten, B. (2014). A summary of the evidence for the change in European distribution of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) of public health importance. *Journal of Vector Ecology*, 39(1), 72–77. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1948-7134.2014.12072.x>.
- Mehlhorn, H., Walldorf, V., Klimpel, S., Jahn, B., Jaeger, F., Eschweiler, J., ... Beer, M. (2007). First occurrence of *Culicoides obsoletus* - transmitted bluetongue virus epidemic in Central Europe. *Parasitology Research*, 101(1), 219–228. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0519-6>.
- Melero Alcívar, R., y Delacour-Estrella, S. A. (2021). Vectores de paludismo en España. *Revista de Investigación y Educación En Ciencias de La Salud (RIECS)*, 6(S1), 10–13. <https://doi.org/10.37536/RIECS.2021.6.S1.242>.
- Mellor, P. S. (1994). Epizootiology and vectors of African horse sickness virus. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 17(3–4), 287–296. [https://doi.org/10.1016/0147-9571\(94\)90048-5](https://doi.org/10.1016/0147-9571(94)90048-5).
- Mellor, P. S. y Hamblin, C. (2004). African horse sickness. *Veterinary Research*, 35(4), 445–466. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004021>.
- Merritt, R. W., Courtney, G. W., y Keiper, J. B. (2009). Diptera: (Flies, Mosquitoes, Midges, Gnats). *Encyclopedia of Insects*, (1), 284–297. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00085-0>
- MeteoGalicía. (2021). *Informe climatológico ano 2020*.
- Miranda, M. A., Rincón, C., y Borràs, D. (2004). Seasonal abundance of *Culicoides imicola* and *C. obsoletus* in the Balearic islands.

Veterinaria Italiana, 40(3), 292–295.

- Miró, G., Checa, R., Montoya, A., Hernández, L., Dado, D., y Gálvez, R. (2012). Current situation of *Leishmania infantum* infection in shelter dogs in Northern Spain. *Parasites and Vectors*, 5(1), 60. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-60>.
- Mixão, V., Bravo Barriga, D., Parreira, R., Novo, M. T., Sousa, C. A., Frontera, E., ... Gouveia Almeida, A. P. (2016). Comparative morphological and molecular analysis confirms the presence of the West Nile virus mosquito vector, *Culex univittatus*, in the Iberian Peninsula. *Parasites and Vectors*, 9(1), 601. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1877-7>.
- Möhlmann, T. W. R., Wennergren, U., Tälle, M., Favia, G., Damiani, C., Bracchetti, L., y Koenraadt, C. J. M. (2017). Community analysis of the abundance and diversity of mosquito species (Diptera: Culicidae) in three European countries at different latitudes. *Parasites y Vectors*, 10(1), 510. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2481-1>.
- Montoya-Alonso, J. A., Morchón, R., Costa-Rodríguez, N., Matos, J. I., Falcón-Cordón, Y., y Carretón, E. (2020). Current distribution of selected vector-borne diseases in dogs in Spain. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.564429>.
- Mullen, G. R., y Murphree, C. S. (2019). Biting Midges (Ceratopogonidae). En: *Medical and Veterinary Entomology* (pp. 213–236). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814043-7.00013-3>.
- Mullens, B. A., Tabachnick, W. J., Holbrook, F. R., y Thompson, L. H. (1995). Effects of temperature on virogenesis of bluetongue virus serotype 11 in *Culicoides variipennis sonorensis*. *Medical and Veterinary Entomology*, 9(1), 71–76. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1995.tb00119.x>.
- Muñoz, C., Risueño, J., Yilmaz, A., Pérez-Cutillas, P., Goyena, E., Ortuño, M., ... Berriatua, E. (2018). Investigations of

- Phlebotomus perniciosus* sand flies in rural Spain reveal strongly aggregated and gender - specific spatial distributions and advocate use of light-attraction traps. *Medical and Veterinary Entomology*, 32(2), 186–196. <https://doi.org/10.1111/mve.12275>.
- Muñoz, J., Ruiz, S., Soriguer, R., Alcaide, M., Viana, D. S., Roiz, D., ... Figuerola, J. (2012). Feeding patterns of potential West Nile Virus vectors in South-West Spain. *PLOS ONE*, 7(6), e39549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039549>.
- Munstermann, L. E. (2019). Phlebotomine Sand Flies and Moth Flies (Psychodidae). En: *Medical and Veterinary Entomology* (pp. 191–211). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00012-1>.
- Naucke, T. J., Menn, B., Massberg, D., y Lorentz, S. (2008). Sandflies and leishmaniasis in Germany. *Parasitology Research*, 103(S1), 65–68. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1052-y>.
- Naucke, T. J. (2002). Leishmaniose, eine Tropenkrankheit und deren Vektoren (Diptera, Psychotidae, Phlebotominae) in Mitteleuropa. *Amöben, Bandwürmer, Zecken... Parasiten Und Parasitäre Erkrankungen Des Menschen in Mitteleuropa*, 6(184), 163–178.
- Ninio, C., Augot, D., Delecolle, J.-C., Dufour, B., y Depaquit, J. (2011). Contribution to the knowledge of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) host preferences in France. *Parasitology Research*, 108(3), 657–663. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2110-9>.
- OIE. (2018). Infection with bluetongue virus, chapter 8.3. En *Terrestrial Animal Health Code, Vol I, General Recommendations*. Consultado el 3 de mayo de 2021 en: https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169yL=1yhtmlfile=chapitre_bluetongue.htm.
- Oleaga, A., Zanet, S., Espí, A., Pegoraro de Macedo, M. R., Gortázar, C., y Ferroglio, E. (2018). *Leishmania* in wolves in Northern Spain: A spreading zoonosis evidenced by wildlife sanitary

- surveillance. *Veterinary Parasitology*, 15(255), 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.03.015>.
- OMS. (2005). Reglamento Sanitario Internacional 2005 (2^{nda} Edición). Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2014). *Leishmaniasis in the WHO European Region*. 7. Consultado el 20 de abril de 2021 en <http://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/fact-sheets/2014/03/fact-sheets-world-health-day-2014-vector-borne-diseases/fact-sheet-dengue-in-the-who-european-region>.
- OMS. (2017). West Nile virus. Consultado el 20 de abril de 2021, en <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/west-nile-virus>.
- OMS. (2020a). Dengue and severe dengue. Consultado el 20 de abril de 2021, en <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>.
- OMS. (2020b). Enfermedades transmitidas por vectores. Consultado el 1 de mayo de 2021, en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>.
- OMS. (2020c). Enfermedades transmitidas por vectores. Consultado el 1 de mayo de 2021, en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>.
- Oryan, A., y Akbari, M. (2016). Worldwide risk factors in leishmaniasis. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(10), 925–932. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.06.021>.
- Osório, H., Zé-Zé, L., Neto, M., Silva, S., Marques, F., Silva, A., y Alves, M. (2018). Detection of the invasive mosquito species *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Portugal. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 820. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040820>.
- Pagès, N., Talavera, S., Verdún, M., Pujol, N., Valle, M., Bensaid, A., y Pujols, J. (2018). Schmallenberg virus detection in *Culicoides*

- biting midges in Spain: first laboratory evidence for highly efficient infection of *Culicoides* of the *Obsoletus* complex and *Culicoides imicola*. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(1), e1–e6. <https://doi.org/10.1111/tbed.12653>.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., y McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>.
- Pereira, S., Pita-Pereira, D., Araujo-Pereira, T., Britto, C., Costa-Rego, T., Ferrolho, J., ... Afonso, M. O. (2017). First molecular detection of *Leishmania infantum* in *Sergentomyia minuta* (Diptera, Psychodidae) in Alentejo, southern Portugal. *Acta Tropica*, 174(1), 45–48. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.06.020>.
- Pérez de Diego, A. C., Sánchez-Cordón, P. J., y Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2014). Bluetongue in Spain: from the first outbreak to 2012. *Transboundary and Emerging Diseases*, 61(6). <https://doi.org/10.1111/tbed.12068>.
- Pérez, J. M., García-Ballester, J. A., López-Olvera, J. R., y Serrano, E. (2012). Monitoring bluetongue virus vectors in Andalusia (SW Europe): *Culicoides* species composition and factors affecting capture rates of the biting midge *Culicoides imicola*. *Parasitology Research*, 111(3), 1267–1275. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2961-3>.
- Pérez Ruiz, M., Sanbonmatsu Gámez, S., y Jiménez Clavero, M. Á. (2011). Infección por virus West Nile. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29(5), 21–26. [https://doi.org/10.1016/S0213-005X\(11\)70040-4](https://doi.org/10.1016/S0213-005X(11)70040-4).
- Petrić, D., Bellini, R., Scholte, E. J., Rakotoarivony, L. M., y Schaffner, F. (2014). Monitoring population and environmental parameters of invasive mosquito species in Europe. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-187>.

- Phillips, M. A., Burrows, J. N., Manyando, C., van Huijsduijnen, R. H., Van Voorhis, W. C., y Wells, T. N. C. (2017). Malaria. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 1–24. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.50>.
- Piperaki, E. T., y Daikos, G. L. (2016). Malaria in Europe: emerging threat or minor nuisance? *Clinical Microbiology and Infection*, 22(6), 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.04.023>.
- Ramilo, D. W., Nunes, T., Madeira, S., Boinas, F., y da Fonseca, I. P. (2017). Geographical distribution of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in mainland Portugal: presence/absence modelling of vector and potential vector species. *PLOS ONE*, 12(7), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180606>.
- Rawlings, P., Pro, M. J., Pena, I., Ortega, M. D., y Capela, R. (1997). Spatial and seasonal distribution of *Culicoides imicola* in Iberia in relation to the transmission of African horse sickness virus. *Medical and Veterinary Entomology*, 11(1), 49–57. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1997.tb00289.x>.
- Reiter, P. (2001). Climate change and mosquito-borne disease. *Environmental Health Perspectives*, 109(1), 141–161. <https://doi.org/10.1289/ehp.01109s1141>.
- ReGaViVec. (2018). Vixilancia de Mosquitos Vectores de Enfermidades Humanas e Animais.
- RENAVE. (2019). La leishmaniasis en España: evolución de los casos notificados en la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica desde 2005 a 2016 y resultados de la vigilancia de 2014 a 2017. *Boletín Epidemiológico Semanal*, 27(2), 27.
- Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A., Panning, M., ... Cassone, A. (2007). Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. *The Lancet*, 370(9602), 1840–1846. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61779-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61779-6).
- Ribeiro, J. M. C., y Valenzuela, J. G. (2011). Vector Biology. En *Tropical Infectious Diseases* (3rd Edition, pp. 45–51).

<https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3935-5.00008-2>.

- Ribeiro, R., Wilson, A. J., Nunes, T., Ramilo, D. W., Amador, R., Madeira, S., ... Boinas, F. (2015). Spatial and temporal distribution of *Culicoides* species in mainland Portugal (2005–2010). Results of the portuguese entomological surveillance programme. *PLOS ONE*, 10(4), e0124019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124019>.
- Risueño, J., Muñoz, C., Pérez-Cutillas, P., Goyena, E., Gonzálvez, M., Ortuño, M., ... Berriatua, E. (2017). Understanding *Phlebotomus perniciosus* abundance in South-East Spain: assessing the role of environmental and anthropic factors. *Parasites and Vectors*, 10(189), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2135-3>.
- Roiz, D., Vazquez, A., Rosà, R., Muñoz, J., Arnoldi, D., Rosso, F., ... Rizzoli, A. (2012). Blood meal analysis, flavivirus screening, and influence of meteorological variables on the dynamics of potential mosquito vectors of West Nile virus in Northern Italy. *Journal of Vector Ecology*, 37(1), 20–28. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00196.x>.
- Rueda, J., Hernández, R., Benavent, J. M., y Benedito-Durà, V. (2017). Contribución al conocimiento de los mosquitos (Diptera, Culicidae) de la Devesa y del Racó de l'Olla, Parque Natural de l'Albufera de Valencia (España). *Anales de Biología*, (39), 63–73. <https://doi.org/10.6018/analesbio.39.07>.
- Rushton, J., y Lyons, N. (2015). Economic impact of bluetongue: a review of the effects on production. *Veterinaria Italiana*, 51(4), 401–406. <https://doi.org/10.12834/VetIt.646.3183.1>.
- Sánchez-Matamoros, A., Sánchez-Vizcaíno, J. M., Rodríguez-Prieto, V., Iglesias, E., y Martínez-López, B. (2016). Identification of suitable areas for African Horse Sickness virus infections in Spanish equine populations. *Transboundary and Emerging Diseases*, 63(5), 564–573. <https://doi.org/10.1111/tbed.12302>.
- Sánchez-Murillo, J. M., González, M., Martínez Díaz, M. M., Reyes

- Galán, A., y Alarcón-Elbal, P. M. (2015). Primera cita de *Culicoides paradoxalis* Ramilo y Delécolle, 2013 (Diptera, Ceratopogonidae) en España. *Graellsia*, 71(2), 1–7. <https://doi.org/10.3989/graellsia.2015.v71.138>.
- Sánchez-Murillo, J. M., Martínez Díaz, M. M., y Alarcón-Elbal, P. M. (2014). Culícidos (Diptera, Culicidae) asociados a explotaciones de rumiantes en Extremadura, oeste de España. *The Biologist*, 12(2), 323–336. <https://doi.org/https://doi.org/10.24039/rtb2014122373>.
- Sánchez-Vizcaíno, F., Martínez-López, B., y Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2013). Identification of suitable areas for the occurrence of Rift Valley fever outbreaks in Spain using a multiple criteria decision framework. *Veterinary Microbiology*, 165(1–2), 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.03.016>.
- Sanidade Animal. (2012). *Avaliação De Risco Do Virus Do Nilo Occidental (West Nile Virus)*.
- Santiago-Alarcón, D., Havelka, P., Pineda, E., Segelbacher, G., y Schaefer, H. M. (2013). Urban forests as hubs for novel zoonosis: blood meal analysis, seasonal variation in *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) vectors, and avian haemosporidians. *Parasitology*, 140(14), 1799–1810. <https://doi.org/10.1017/S0031182013001285>.
- Santos-Gomes, G., Pereira da Fonseca, I., Marí Tomás, A., Alves-Pires, C., Marques, C., Alexandre-Pires, G., ... Freitas Romao, S. (2008). *Leishmaniose canina*. Ferreira Chaves Publicações.
- Savini, G., Afonso, A., Mellor, P., Aradaib, I., Yadin, H., Sanaa, M., ... Domingo, M. (2011). Epizootic haemorrhagic disease. *Research in Veterinary Science*, 91(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.05.004>.
- Schaffner, F., Angel, G., Geoffroy, B., Hervy, J. O., y Rhaeim, A. (2001). *Les moustiques d'Europe*. Montpellier: IRD Éditions and IED Méditerranée.

- Schaffner, F., Thiéry, I., Kaufmann, C., Zettor, A., Lengeler, C., Mathis, A., y Bourgouin, C. (2012). *Anopheles plumbeus* (Diptera: Culicidae) in Europe: a mere nuisance mosquito or potential malaria vector? *Malaria Journal*, 11(393), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-11-393>.
- Schwartz-Cornil, I., Mertens, P. C. P., Contreras, V., Hemati, B., Pascale, F., Bréard, E., ... Zientara, S. (2016). Bluetongue virus: virology, pathogenesis and immunity. *Journal of General Virology*, 97(9), 2073–2083. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000557>.
- Service, M. W. (1993). *Mosquito ecology: field sampling methods* (2nd Edition). London: Elsevier.
- Simón, F., Morchón, R., y González, J. (2009). Dirofilariosis canina en La Coruña. *Argos*. Consultado en <https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/18711/dirofilariosis-canina-en-la-coruna.html>.
- Sotelo, E., Fernández-Pinero, J., y Jiménez-Clavero, M. Á. (2012). La fiebre/encefalitis por virus West Nile: reemergencia en Europa y situación en España. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 30(2), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2011.09.002>.
- Tahir, D., Davoust, B., y Parola, P. (2019). Vector-borne nematode diseases in pets and humans in the Mediterranean Basin: an update. *Veterinary World*, 12(10), 1630–1643. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.1630-1643>.
- Talavera, S., Muñoz-Muñoz, F., Durán, M., Verdún, M., Soler-Membrives, A., Oleaga, Á., ... Pagès, N. (2015). *Culicoides* species communities associated with wild ruminant ecosystems in Spain: tracking the way to determine potential bridge vectors for arboviruses. *PLOS ONE*, 10(10), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141667>.
- Tarallo, V. D., Dantas-Torres, F., Lia, R. P., y Otranto, D. (2010).

- Phlebotomine sand fly population dynamics in a leishmaniasis endemic peri-urban area in Southern Italy. *Acta Tropica*, 116(3), 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.08.013>.
- Tatem, A. J., Hay, S. I., y Rogers, D. J. (2006). Global traffic and disease vector dispersal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(16), 6242–6247. <https://doi.org/10.1073/pnas.0508391103>.
- Trájer, A.J., Hammer, T., y Padisák, J. (2018). Reflection of the Neogene–Quaternary phylogeography in the recent distribution limiting climatic factors of eight Mediterranean *Phlebotomus* species (Diptera: Psychodidae). *Journal of Natural History*, 52(27–28), 1763–1784. <https://doi.org/10.1080/00222933.2018.1485981>.
- Trájer, A. J., y Padisák, J. (2019). Exploration of the main types of biome-scale culicid entomofauna (Diptera: Culicidae) in Europe and its relationship to the occurrence of mosquito-borne arboviruses. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 65(3), 299–322. <https://doi.org/10.17109/AZH.65.3.299.2019>.
- Uslu, U., y Dik, B. (2010). Chemical characteristics of breeding sites of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae). *Veterinary Parasitology*, 169(1–2), 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.12.007>.
- Valkiūnas, G., y Iezhova, T. A. (2018). Keys to the avian malaria parasites. *Malaria Journal*, 17(1), 212. <https://doi.org/10.1186/s12936-018-2359-5>.
- Vázquez, A., Ruiz, S., Herrero, L., Moreno, J., Molero, F., Magallanes, A., ... Tenorio, A. (2011). West Nile and Usutu Viruses in Mosquitoes in Spain, 2008–2009. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 85(1), 178–181. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.11-0042>.
- Velez, R., Ballart, C., Domenech, E., Abras, A., Fernández-Arévalo, A., Gómez, S. A., ... Gállego, M. (2019). Seroprevalence of

- canine *Leishmania infantum* infection in the Mediterranean region and identification of risk factors: The example of North-Eastern and Pyrenean areas of Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, 1(162), 67–75.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.015>.
- Velthuis, A. G. J., Saatkamp, H. W., Mourits, M. C. M., de Koeijer, A. A., y Elbers, A. R. W. (2010). Financial consequences of the Dutch bluetongue serotype 8 epidemics of 2006 and 2007. *Preventive Veterinary Medicine*, 93(4), 294–304.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.11.007>.
- Vieira-Lanero, R., Lago, L., Gómez - Sande, P., Barca, S., Servia, M. J., Couto, M. T., Nachón, D. J., Morquecho, C., Silva, S., Cobo, M. C., Otero, J. C., Fernández, A., González Philippon, R., Cobo, F. (2015). *La biodiversidad en el lago de la mina de Meirama y su entorno*.
- Vogels, C. B. F., Möhlmann, T. W. R., Melsen, D., Favia, G., Wennergren, U., y Koenraadt, C. J. M. (2016). Latitudinal diversity of *Culex pipiens* biotypes and hybrids in farm, peri-urban, and wetland habitats in Europe. *PLOS ONE*, 11(11), 1–10.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166959>.
- Zimmer, J.-Y., Brostaux, Y., Haubruge, E., y Francis, F. (2014). Larval development sites of the main *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in northern Europe and distribution of coprophilic species larvae in Belgian pastures. *Veterinary Parasitology*, 205(3–4), 676–686.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.08.029>.